

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Instalación de MT y BT de un centro educativo

AUTOR: Manuel Crespo Carrasco

TUTOR: Esteban Patricio Domínguez González-Seco

INDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. OBJETO DEL PROYECTO	5
1.2. ALCANCE DEL PROYECTO	5
1.3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	5
1.4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	6
1.5. NORMATIVA APLICABLE	6
2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8
2.1. INSTALACIÓN DE MT	8
2.2. INSTALACIÓN DE BT	22
3. BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXO I: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	53
ANEXO 2: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	133
ANEXO 3: PLIEGO DE CONDICIONES	138
ANEXO 4: PRESUPUESTO	204
ANEXO 5: PLANOS	209

Resumen

Tiene como objeto el presente Proyecto la descripción y justificación de la instalación eléctrica de Baja Tensión y Media Tensión ejecutada en el Nuevo Aulario El Porvenir.

El edificio objeto consta de 9 niveles, tres bajo rasante (sótano 1, 2 y 3) y seis sobre rasante (plantas baja, primera, segunda, tercera, ático y casetones). Así mismo, completando la superficie de la parcela, se dispone de una zona exterior ajardinada desde la que se accederá al edificio. Todo ello según se muestra en planos.

En este proyecto se recogen además los planos de la edificación y del centro de transformación, con los diferentes circuitos que forman la instalación eléctrica con su representación mediante los esquemas unifilares y los elementos de seguridad en caso de incendio.

Además, se incluye un presupuesto de las instalaciones y los pliegos de condiciones necesarios para cada tipo de instalación.

Abstract

The following project is centered around the description and justification of the electrical installation, both Low Voltage and Medium Voltage, carried out on “Nuevo Aulario El Porvenir”. The objective I am trying to fulfill is the legalization of this installation from the competent regulators.

The building consists of 9 floors, three of them below ground level (basements 1, 2 and 3) and the remaining above ground level (ground floor, floors one to three, “casetones” and attic). The remaining surface of the plot is gardened and will be used to access the building, as it can be seen on the plans for the project.

In addition, I will include the plans for the building and the transformation center, with the different circuits that conform the electrical installation (in its unifilar diagrams) and the different fire-fighting devices.

It also includes a budget of the installation and the tender documentation for each type of installation.

1. Introducción

1.1. Objeto del proyecto

Tiene como objeto el presente Proyecto la descripción y justificación de la instalación eléctrica de Baja Tensión ejecutada y el estudio de las condiciones técnicas y económicas para poder dar suministro eléctrico a la ampliación de los edificios en el Nuevo Aulario El Porvenir.

1.2. Alcance del proyecto

El siguiente proyecto incluye los siguientes puntos:

- Diseño, cálculo y justificación del alumbrado general y de emergencia del complejo escolar.
- Análisis descriptivo de las cargas eléctricas existentes en el complejo escolar, incluyendo sus características.
- Diseño y dimensionado de la instalación eléctrica (secciones de los conductores, canalizaciones, dimensionado de las protecciones eléctricas)
- Cálculo del Centro de Transformación de las secciones de los conductores, puesta a tierra y dimensionado de sus protecciones.

1.3. Situación y emplazamiento

El titular del proyecto objeto es la Fundación Federico Fliedner, situada su sede en la misma dirección que el proyecto objeto.

La instalación objeto está ubicada en la Calle Bravo Murillo 85, Madrid. Se puede observar con mayor claridad en el siguiente mapa:



Imagen 1: Situación del edificio cuya instalación eléctrica es objeto este proyecto

1.4. Descripción del edificio

El edificio objeto consta de 9 niveles, tres bajo rasante (sótano 1, 2 y 3) y seis sobre rasante (plantas baja, primera, segunda, tercera, ático y casetones). Así mismo, completando la superficie de la parcela, se dispone de una zona exterior ajardinada desde la que se accederá al edificio. Todo ello según se muestra en planos.

A esto hay que sumarle la acometida de la línea de MT que irá unida al Centro de Transformación enterrado y sólo accesible al personal cualificado de la empresa distribuidora, en este caso Iberdrola.

1.5. Normativa aplicable

Para la redacción y ejecución del presente proyecto se ha tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado en el Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo. Así como las actualizaciones del mismo y los

documentos adicionales y modificaciones conforme a la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.

- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales según la ley 31/1995 de 8 de septiembre y su reglamento desarrollado por el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero sobre los servicios de prevención.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución Comercialización Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones de Protección contra incendios en los Edificios CTE-DB-SI.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.
- Normas particulares para las instalaciones eléctricas de la Compañía Eléctrica

2. Instalación eléctrica

2.1. Instalación de MT

2.1.1. Objeto

En esta parte de la memoria se pretende describir el nuevo Centro de Transformación 1x400 kVA, prefabricado enterrado tipo PFS-48-1T, con potencia instalada de 1x400 kVA y relación de transformación 15-20 kV / 0,42 kV para alimentar los servicios del edificio.

Este Centro de Transformación es necesario ya que la tensión a la que trabajan los distintos equipos eléctricos presentes en el colegio es distinta de la la compañía distribuidora de electricidad. Por ello, para correctamente alimentar los equipos, se hace uso de un transformador de potencia enterrado tal y como describimos en el párrafo anterior.

El Centro de Transformación se alimentará desde la red de distribución pública existente a 15 kV de la empresa distribuidora de energía de la zona (IBERDROLA), conectándose a la Red Subterránea de Media Tensión de Compañía.

Dicha red alimentará a un nuevo Centro de Seccionamiento independiente del Centro de Transformación de abonado, que se pretende instalar prefabricado de superficie tipo CMS, al que se conectará el Centro de Transformación de abonado con un puente de 15 metros de longitud.

La razón por la cual se incluye el Centro de Seccionamiento es por que es necesario el tener cierto control de la línea para poder interrumpir el suministro a los equipos o en caso de ser necesario una interrupción para arreglar una avería. Es por ellos que el cometido de este Centro de Seccionamiento es el mejorar la maniobrabilidad de la línea que alimenta al transformador del Centro de Transformación y poder seccionar la línea (como su nombre indica) en caso necesario.

De este Centro de Transformación saldrá la línea de baja tensión que alimentarán a los servicios del nuevo edificio, esta línea será objeto de otro proyecto (proyecto de Baja Tensión), la medida de energía consumida por las instalaciones se realizará en AT en el Centro de Transformación.

Actualmente existe una Red Subterránea de Media Tensión propiedad de Iberdrola que discurre enterrada por la C/ Bravo Murillo a la que habrá que conectar haciendo entrada y salida en el Centro de Seccionamiento a instalar. Esta conexión de la línea ya existente al nuevo Centro de Transformación se llevará a cabo con la normativa aplicable y se explicará más adelante en este proyecto.



Imagen 2: Centro de transformación de similares características al que se pretende instalar. Irá asentado sobre el terreno y posteriormente enterrado, aún así, el operario de IBERDROLA podrá bajar por la trampilla habilitada a tala efecto.

2.1.2. Características generales

La nueva Red Subterránea de Media Tensión a instalar constará de un circuito trifásico realizado mediante conductores de aluminio con aislamiento HEPRZ-1 12/20 kV de 240 mm² de sección.

La elección de dicho conductor, como se explicará más adelante en el proyecto es que para este nivel de tensión y la potencia del transformador a instalar en el Centro de Transformación, la compañía eléctrica (IBERDROLA) exige usar este conductor. Como se verá en el Anexo de cálculos eléctricos, debido a la escasa potencia del transformador, se podría haber optado por un conductor con una menor sección, sin embargo IBERDROLA se negaría a dar suministro eléctrico por que no cumpliría su Normativa. El HEPR de la designación del conductor corresponde al aislamiento que es de Etileno propileno de alto módulo, además reticulado en atmósfera de nitrógeno seco. Elegimos (en este caso, Iberdrola elige) el que el aislamiento esté fabricado en etileno propileno debido a su alta capacidad aislante, y además añadiendo a esta capacidad, está reticulado en atmósfera de nitrógeno por lo que la capacidad aislante se ve incrementada en mayor medida aún. Seguidamente, la designación Z-1 corresponde a que el aislamiento está realizado con materiales libres de halógenos. Debido a este hecho, este conductor puede emplearse tanto en instalaciones interiores, exteriores o enterradas (como es el caso). El inconveniente y a la vez ventaja que presenta el estar libre de halógenos es que en caso de incendios, el aislamiento simplemente arde y el humo que produce no es tóxico por lo que no causaría intoxicaciones adicionales al propio humo.

La instalación será bajo tubo de protección enterrado. Se instalará por Vía Pública. En general el trazado discurrirá por aceras, en canalización entubada en asiento de arena, tal y como se indica en los planos.

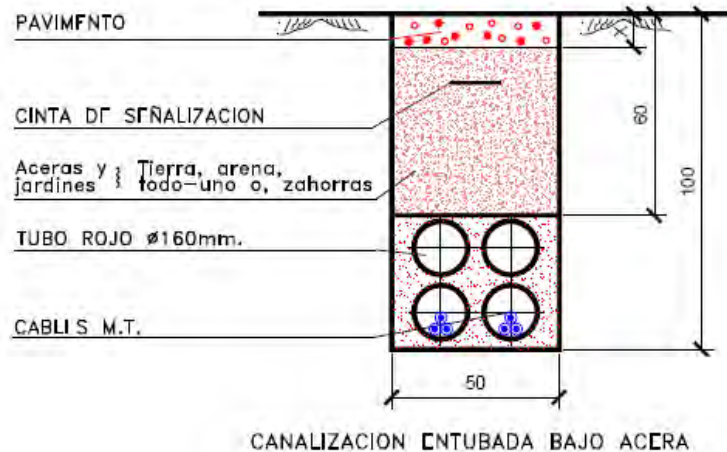


Imagen 3: Los planos indican que los conductores discurrirán según esta imagen.

2.1.3. Conductores a emplear

Dividiremos el tipo de conductor que se empleará por tramos.

2.1.3.1. De línea subterránea de MT al Centro de Seccionamiento

En este apartado, la normativa interna de la compañía distribuidora de electricidad es clara y habrá que seguir sus normas en cuanto a la construcción del Centro de Transformación, si no, la propia compañía se podría negar a suministrar electricidad por incumplimiento de su Normativa interna. Según la Normativa de Iberdrola (NI 56.43.01) para un Centro de Transformación enterrado de dichas características, el conductor a emplear debe cumplir con las siguientes características:

- **Conductor** :Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
- **Pantalla sobre el conductor**:Capa de mezcla semiconductor.
- **Aislamiento**: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
- **Pantalla sobre el aislamiento**: Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- **Cubierta**: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

A modo de esquema:



Imagen 4: Cable de 240 mm² con las características que requiere la compañía eléctrica.

Algunas características adicionales más sobre este tipo de cable que se va a emplear:

Tipo constructivo	Tensión Nominal (kV)	Sección Conductor (mm ²)	Sección pantalla (mm ²)	Resistencia Máx. a 105°C (Ω/km)	Reactancia por fase (Ω /km)	Capacidad (μF/km)
HEPR Z1	12-20	240	16	0,169	0,105	0,453

Tabla 1: Característica del conductor que unirá la línea subterránea de media tensión con el Centro de Seccionamiento. Se comprobará en los cálculos, que dicho conductor cumple de sobra con la potencia del transformador.

2.1.3.2. Del Centro de Seccionamiento al Centro de Transformación

Este tramo une el Centro de Seccionamiento que está situado en sobre nivel de suelo, accesible a operarios de Iberdrola para poder hacer las maniobras pertinentes. Dicho Centro de Seccionamiento tendrá una trampilla específica que sólo se abrirá con una llave de la que sólo los operarios de Iberdrola tendrán copia.

Al igual que el tramo anterior, la normativa de IBERDROLA especifica el tipo y la sección del conductor que se debe emplear. Al igual que comentamos en el apartado anterior, este conductor estará sobredimensionado según las características del transformador a instalar pero hay que ceñirse a la Normativa de la compañía suministradora para garantizarnos el suministro eléctrico. Según la Normativa de Iberdrola (NI 56.43.01) para un el conductor que una el Centro de Seccionamiento con el Centro de Transformación debe de cumplir las siguientes características:

- **Conductor** :Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
- **Pantalla sobre el conductor**:Capa de mezcla semiconductora.
- **Aislamiento**: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
- **Pantalla sobre el aislamiento**: Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- **Cubierta**: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

El tipo seleccionado, que es el que especifica la Norma, tiene las siguientes características:

Tipo constructivo	Tensión Nominal (kV)	Sección Conductor (mm ²)	Sección pantalla (mm ²)	Resistencia Máx. a 105°C (Ω/km)	Reactancia por fase (Ω /km)	Capacidad (μF/km)
HEPR Z1	12-20	150	16	0,206	0,114	0,310

Tabla 2: Característica del conductor que unirá Centro de Seccionamiento con el Centro de Transformación. Se comprobará en los cálculos, que dicho conductor cumple de sobra con la potencia del transformador.

Vemos que al igual que el tramo anterior que es el que une la línea de Media Tensión de Iberdrola que discurre por debajo de la C/ Bravo Murillo y este que une el Centro de Seccionamiento con el Centro de Transformación tienen las mismas características constructivas: mismo tipo de aislamiento y mismo cometido. Es decir, el aislamiento vuelve a estar fabricado de etileno propileno de alto módulo y es también libre de halógenos. Las razones por la que se emplea este tipo son las mismas que las que justifican el conductor anterior. Lo único que cambia es que este conductor presenta una menor sección. Sin embargo, aún prestando servicio a la misma tensión, la máxima intensidad en servicio es menor que la intensidad admisible por un conductor con esta sección y en este tipo de instalación. Idem para el apartado siguiente.

2.1.3.3. Del Centro de Transformación al CGBT

Tiene las mismas características que el apartado anterior. Para no volver a repetir la explicación, a modo de resumen:

Tipo constructivo	Tensión Nominal (kV)	Sección Conductor (mm ²)	Sección pantalla (mm ²)	Resistencia Máx. a 105°C (Ω/km)	Reactancia por fase (Ω /km)	Capacidad (μF/km)
HEPR Z1	12-20	50	16	0,862	0,133	0,206

Tabla 3: Característica del conductor que unirá Centro de Transformación con el CGBT. Se comprobará en los cálculos, que dicho conductor cumple de sobra con la potencia del transformador.

2.1.4. Centro de Seccionamiento

El propósito de este Centro es el controlar la maniobra de conectar y desconectar el suministro eléctrico del edificio. Dicho centro se situará sobre superficie, siempre dentro del recinto y estará alojado dentro de un edificio prefabricado adecuado para su cometido. Se compone de los siguientes elementos:

- Edificio Prefabricado.
- Celdas de Alta Tensión de Seccionamiento y protección.
- Fusibles de protección AT.
- Instalación de puesta a tierra.
- Señalización y material de seguridad.
- Esquemas eléctricos.
- Planos generales.

A modo de esquema, ésta es una imagen similar al Centro de Seccionamiento que se empleará en dicha instalación:



Imagen 5: Centro de Seccionamiento sobre superficie. El acceso a dicho edificio prefabricado será mediante una trampilla específica de IBERDROLA y se cerrará con candado sólo accesible a personal autorizado.

2.1.4.1. Edificio prefabricado

En primer lugar y como medida de seguridad, la aparamenta del Centro de Seccionamiento debe de alojarse en interior ya que no debe estar expuesta a las condiciones meteorológicas para las que no ha sido diseñada como para preveir accidentes relacionados con su mal uso. Con este último punto nos referimos a que al abrir un seccionador estando el transformador en servicio se produciría un arco eléctrico ya que la corriente no puede variar bruscamente y dicho arco eléctrico causaría muchos desperfectos sería un accidente bastante grave para la gente alrededor.

Se trata de una estructura monobloque diseñada para su instalación en superficie que incluye en su interior la apartamentada de Media Tensión del sistema. La operación sobre las celdas dispuestas en su interior se realiza a través de las puertas frontales. y por ello no es necesario introducirse en el edificio lo que permite reducir su tamaño. y por lo tanto su impacto sobre el entorno.

Estos Centros de Seccionamiento presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica. De esta manera, se reducen considerablemente los posibles errores a la hora del montaje debido a fallos por operarios no correctamente equipados y el tiempo de remendar dichos fallos ya que el fabricante en su fábrica dispondría de todas las herramientas y piezas de repuesto adecuadas. De esta manera, la calidad tanto de este Centro de Seccionamiento como el resto que suministre el fabricante tendrán una calidad uniforme y el coste de dicho Centro de Seccionamiento será menor por que los trabajos de obra civil y montaje a realizar en el punto de instalación son mínimos.

2.1.4.2. Celdas

Cuando nos referimos a celdas, en este caso celdas de media tensión, nos referimos al espacio donde están alojados los diferentes equipos que están presentes en el Centro de Seccionamiento. Las celdas están agrupadas en secciones verticales y en este Centro de Seccionamiento en particular sólo nos encontraríamos con celdas de línea, cuyas características se describirán más adelante en el proyecto.

Las celdas de media tensión a instalar en el Centro de Seccionamiento. serán de tipo modular prefabricado bajo envolvente metálico y con dieléctrico SF₆. Distinguiremos distintos tipos:

- **Celdas de líneas**

Estas celdas tienen el principal cometido de la recepción de los cables que están conectados con la línea de media tensión ubicada por la C/ Bravo Murillo recibirlos dentro del Centro de Seccionamiento. Además, estas celdas y como medida de protección adicional, tienen incorporadas unos captadores capacitivos. Así gracias a ellos lograremos detectar tensión en los cables de acometida.

Se ve con facilidad en el siguiente extracto de los planos del proyecto:

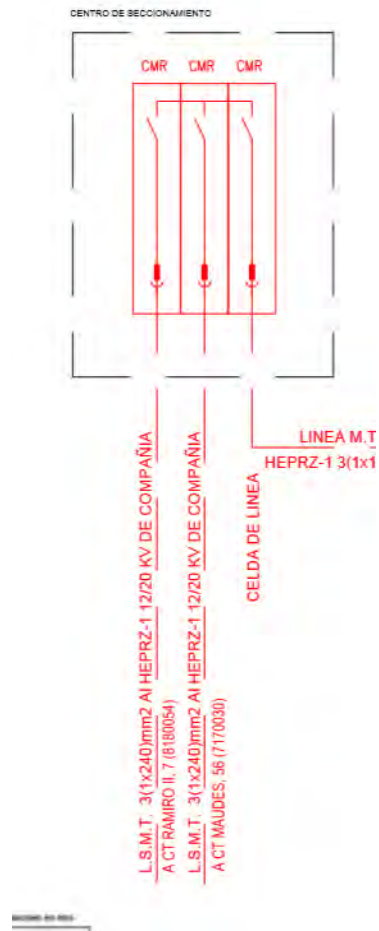


Imagen 6: Esquema unifilar de las celdas presentes en nuestro Centro de Seccionamiento. Nótese que simplemente se trata de hacer una recepción de las líneas de media tensión para posteriormente alimentar al Centro de Transformación.

Características eléctricas:

- **Tensión asignada:** 24 kV
- **Intensidad asignada:** 400 A

Nivel de aislamiento:

- **A tierra y entre fases (cresta):** 125 kV
- **Capacidad de cierre (cresta):** 40 kA
- **Capacidad de corte en cortocircuito:** 16 kA

Los restantes elementos que componen dicho Centro de Seccionamiento tales como los dispositivos de señalización y de seguridad en algunos casos vendrán incorporados con el edificio prefabricado, por ejemplo todo lo relacionado con la seguridad ya que las trampillas y las puertas de seguridad vienen ya montadas y las pegatinas vendrán ya incorporadas a dichos elementos de seguridad. En el punto de instalación sólo será necesario adjuntar los planos eléctricos pertinentes y alguna pegatina más que no viene incorporada ya de fábrica.

En cuanto a la instalación de puesta a tierra, no la mencionamos aquí ya que contará con su epígrafe correspondiente más adelante ya que será la misma que la del Centro de Transformación.

2.1.5. Centro de Transformación

Los elementos constitutivos del centro de transformación serán:

- Edificio prefabricado
- Celdas de Alta Tensión.
- Transformador de MT/BT.
- Interconexión celda-trafo.
- Instalación de puesta a tierra.
- Señalización y material de seguridad.
- Esquemas eléctricos.
- Planos generales.

2.1.5.1. Edificio prefabricado

Al igual que sucede con el Centro de Seccionamiento, el Centro de Transformación consigue similares ventajas al ir alojado dentro de un edificio prefabricado. Sin embargo, hay una gran diferencia entre el edificio prefabricado del Centro de Seccionamiento con el del Centro de Transformación y es que el de este último estará enterrado. Debido a la gran importancia que cobra el propio transformador a la hora del suministro eléctrico y a que está sumergido dentro de una cuba de aceite aislante, tiene más sentido el no ser accesible salvo a personal autorizado.

Es por ello, que el transformador irá alojado en un edificio prefabricado a tal efecto enterrado tipo PFS-48-1T. Este tipo de edificio prefabricado lo suministrará el propio fabricante del transformador (Ormazábal, como podemos observar en el apartado correspondiente al presupuesto del proyecto).

Los Centros de Transformación tipo PFS-48-1T subterráneos y de maniobra interior, constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos. Como es lógico, para alojar dicho edificio prefabricado será necesario cavar lo suficiente para posteriormente cubrir el edificio.

Al igual que ocurre con el Centro de Seccionamiento, la principal ventaja que presentan estos centros de transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, en este caso este hecho presenta una mayor importancia si cabe ya que el montaje del Centro de Transformación estanco podría representar una gran pérdida de tiempo y podría retrasar la obra. Y también, en fábrica se le podría incorporar todos los dispositivos de seguridad visuales y acústicos pertinentes y no dedicarle tiempo a esta tarea en terreno.

Donde se debe asentar el transformador, el edificio prefabricado presenta lo que se denomina una “meseta de transformador”. El cometido de dicha meseta, que no es más que una plataforma donde se asentará es el de distribuir equitativamente el peso del transformador en el edificio prefabricado. Teniendo en cuenta que el transformador es una equipo eléctrico muy pesado, que su peso esté mal repartido podría ocasionar que no estuviera nivelado por lo que el aceite estaría mal distribuido dentro de la cuba y podría dejar partes no correctamente refrigeradas. Pudiendo con el tiempo hacer saltar el protector térmico del transformador. Adicionalmente a esto, en caso de que se produjese un derrame de aceite refrigerante del transformador, la meseta contendría ese derrame en función de la seriedad del mismo sin embargo éste no es su cometido principal sino que es el de distribuir uniformemente el peso del transformador.

En cuanto a la Normativa de Seguridad ante Incendios, por ser un transformador con una potencia menor que 600 kVA, no es necesario que el edificio prefabricado disponga de un sistema de detección y extinción de incendios, sino simplemente que el edificio prefabricado siempre contenga un extintor de eficacia equivalente de 89B, y que dicho extintor pase todas las revisiones correspondientes que exige la Comunidad de Madrid.



Imagen 7: Centro de Transformación enterrado de la marca Ormazabal (la misma que la de este proyecto). Nótese que toda la aparamenta eléctrica está alojada dentro de ese módulo, sólo es accesible mediante la puerta correspondiente y las rejillas proporcionan la ventilación que el transformador precisa.

2.1.5.2. Celdas de Media Tensión

El cometido de las celdas del Centro de Transformación es el mismo que para el Centro de Seccionamiento: alojar los distintos equipamientos que permiten al Centro de Transformación funcionar y además de otros servicios complementarios esenciales. A diferencia de lo que pasaba en el Centro de Seccionamiento, debido a que este centro presenta un mayor número de quipos, hay más tipos que comentaremos.

Las celdas de media tensión que instalaremos en el Centro de Transformación serán de tipo modular prefabricado bajo envolvente metálico y con dieléctrico SF₆. El hecho de emplear el hexafluoruro de azufre es debido a que presenta una resistencia dieléctrica por lo que es muy buen aislante sobretodo cuando trabajamos con media/alta tensión.

En este Centro de Transformación se pueden distinguir los siguientes tipos de celdas:

- **De línea (de remonte)**

El cometido de estas líneas es asegurar que la línea que sale del Centro de Seccionamiento llegue correctamente al Centro de Transformación y que permanentemente alimenten al Centro.

Las celdas de líneas utilizadas para la maniobra de los cables que alimentan el centro de transformación están provistas de interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra con alojamiento para las cabezas terminales de los cables. Es decir, volvemos a tener una pequeña versión del Centro de Seccionamiento ya que se vuelve a disponer de seccionadores pero aquí no son accesibles desde suelo y sirven principalmente para dejar fuera de servicio al transformador.

- **De protección**

Como su propio nombre indica, el cometido principal de esta celda es alojar los distintos dispositivos de protección y corte de servicio de la línea de media tensión que alimenta nuevo Centro de Transformación.

Dentro de dicha celda irá alojado un interruptor-seccionador automático tripolar de 400 A para 24 kV equipado con fusibles de alto poder de ruptura. Aquí sí es necesario disponer de un interruptor ya que en caso de maniobra, es necesario interrumpir la corriente para dejar fuera de servicio el transformador, y con el seccionador no sería suficiente.

Esta celda cumple las siguientes características:

- **Tensión asignada:** 24 kV
- **Intensidad asignada en el embarrado:** 400 A
- **Intensidad fusibles:** 3x63 A
- **Intensidad de corta duración (1s) eficaz:** 16 kA
- **Intensidad de corta duración (1s) cresta:** 40kA

- **De Medida.**

Al igual que antes, su propio nombre lo indica: en esta celda se alojarán todos la aparataje para medir y gestionar la información sobre el funcionamiento del transformador.

La celda de medida consta de un módulo metálico que en su interior incorpora los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida control y contadores de medida de energía.

Por su constitución esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad) normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

En este caso, la celda incorpora 3 transformadores de tensión y 3 de intensidad con las siguientes características:

Transformadores de tensión:

- Aislados en simple polo con devanados de medida y homopolar
- Tensión primaria $16500/\sqrt{3}$ V y frecuencia 50 Hz
- Devanado secundario de tensión nominal $110/\sqrt{3}$ V
- Potencia de 15 VA

Transformadores de intensidad:

- Doble núcleo
- Circuito secundario reconectable
- Intensidad primaria 15-30 A.
- Intensidad secundaria de 5 A
- Potencia 15 VA



Imagen 8: Transformadores de medida de tensión e intensidad. Nota: se tratan de los trafos de medida de otra instalación, pero de la que es objeto el proyecto son muy similares.

A modo de resumen, las celdas presentes en este Centro de Transformación pueden observarse con total claridad en el esquema unifilar, de la que extraigo un pantallazo:

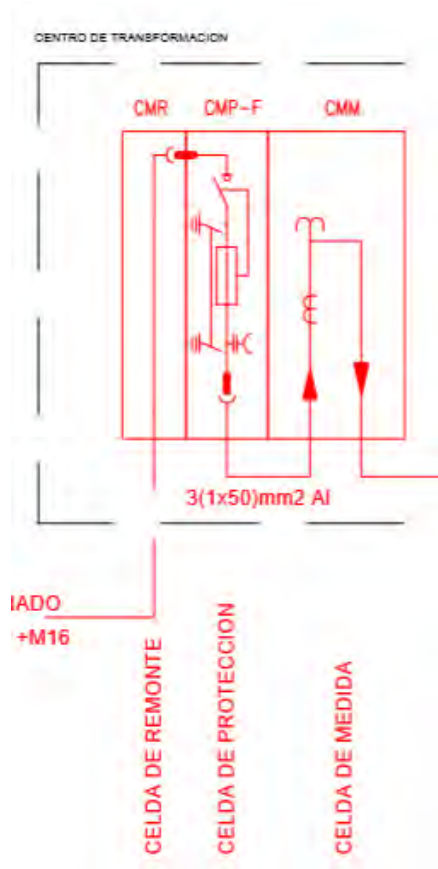


Imagen 9: Celdas presentes en el Centro de Transformación. Aquí hay una mayor complejidad que en el Centro de Seccionamiento. Nótese aquí cómo están conectados los devanados de los transformadores de medida.

2.1.5.3. Transformador media tensión/baja tensión

He aquí la pieza fundamental del Centro de Transformación, el transformador. Este equipo es el encargado de bajar la tensión con la que se alimenta a una tensión de trabajo para que funcione el resto de equipos eléctricos del colegio.

El funcionamiento de una transformador es conocido pero a grandes rasgos consiste en cuando alimentamos mediante una corriente por un arrollamiento de un lado producimos un flujo magnético en el núcleo del transformador que se volverá a inducir otra corriente en otro arrollamiento. La corriente que inducirá dependerá del número de espiras en ambos arrollamientos. En resumen, la potencia total del transformador permanece constante y dependiendo del número de espiras podremos variar las tensiones.

El nuevo centro de transformación proyectado estará preparado para instalar dos transformadores de las siguientes características:

Potencia	400 kVA
Tensión primaria	15-20 kV
Tensión secundaria	420/242 V
Tensión de cortocircuito	4%
Refrigeración	Natural seco en resina epoxi
Clase	B2
Conexión	Dyn11
Regulación	$\pm 2'5, 5, 7'5$ y 10

Tabla 4: Características técnicas del Transformador que se empleará en el proyecto.

Como justificaremos en el apartado del Anexo de cálculos correspondiente, el Centro de Transformación no se tiene que dotar con un sistema de ventilación auxiliar debido a su escasa potencia. Para la ventilación del Centro de Transformación se ha previsto el sistema de ventilación natural por medio de huecos protegidos con rejillas adecuadas que comunican directamente con el exterior.

2.2. Instalación de Baja Tensión

2.2.1. Objeto

A continuación, nos trasladamos a la salida del transformador, es decir a todo aquello conectado al CGBT (Cuadro General de Baja Tensión). El objeto de esta parte no es otro que el de dimensionar las instalaciones con la finalidad de una buena distribución de la energía eléctrica, conseguir la seguridad de las personas, bienes y el normal funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión a partir de la normativa vigente del REBT (Reglamento Eléctrico de Baja Tensión).

Para la instalación que es objeto, hay que distinguir 2 tipos de distintos de clasificación ya que los criterios de seguridad y de condiciones sobre el terreno son distintos:

- **Plantas de Sótano 1 a Cubierta:** Estas plantas se corresponden a local de Pública Concurrencia. Tienen esta clasificación por que el edificio está destinado a ser un centro de enseñanza con capacidad para más de 50 personas.
- **Plantas sótano 2 y sótano 3:** corresponden a aparcamiento con capacidad para 44 vehículos, cuya clasificación aplicando los requisitos de la instrucción DB-HS-3 del CTE; considerándose pues una ventilación “suficientemente asegurada”. Se desclasifica el aparcamiento como ambiente con riesgo de incendio o explosión y no es de aplicación la ITB-BT-29 del REBT.

2.2.2. Suministro eléctrico

De acuerdo con el uso primario del edificio, se ha determinado como la solución más apropiada la acometida en Media Tensión para el suministro de Red Normal. Mencionamos lo de Red Normal por que debido a las características del edificio y a la normativa vigente, es necesario de asegurar prácticamente la energía eléctrica prácticamente el 100% del tiempo (aunque hoy en día y más en una ciudad como Madrid apenas hay interrupciones del suministro) y es por ello que se diseñará también una Red Complementaria para alimentar a los equipos más críticos y con un conmutación automática entre ambas Redes que se describirá más adelante Para separar ambas instalaciones (aunque la de media tensión está incluida en la parte anterior de la memoria), se considerará como de baja tensión a partir de los bornes de baja tensión del Centro de Transformación.

En el Anexo de cálculo correspondiente al cálculo de conductores de baja tensión, se adjunta una lista con la potencia individual de cada cuadro. De acuerdo con la estimación de cargas que se relaciona, la potencia máxima prevista será de 340 kW para el suministro de Red Normal.

Con respecto a la Red Complementaria, de acuerdo con el uso primario del edificio y con la disponibilidad de la infraestructura pública, determinamos como la solución más apropiada el suministro de Red Complementaria mediante Grupo Electrógeno. Dicho grupo electrógeno funcionará con diesel y se situará en el tejado del edificio que se va a construir.

La Red Complementaria, según ITC-BT-28, es considerada como Suministro de Reserva; es decir, cubrirá el 25% de la potencia demandada por el suministro de Red Normal. El cometido de este grupo electrógeno por lo tanto será de suministrar energía a los elementos de emergencia y funcionamiento indispensable. Este cambio de Red Normal a Red Complementaria se hará mediante un conmutador automático que se activará cuando la tensión nominal de la Red Normal baje por debajo de un umbral determinado (aproximadamente el 70%). Esto se puede observar claramente en el siguiente esquema unifilar:

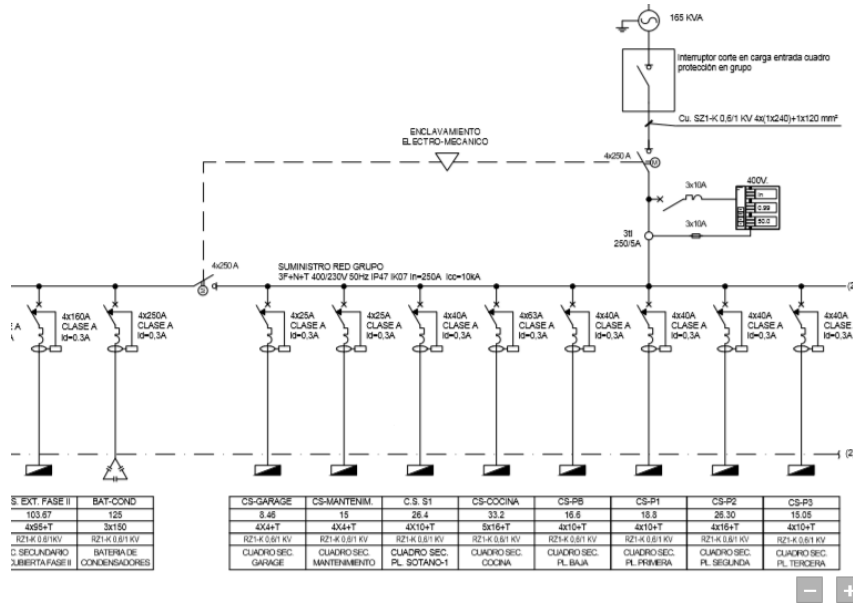


Imagen 10: Pantallazo del esquema unifilar de baja tensión. La parte izquierda corresponde al suministro por Red Normal que está separado del suministro por el grupo electrógeno (que se observa en el esquema también) mediante un conmutador.

Para cubrir tal potencia, se ha dispuesto un Grupo Electrógeno de 165 kVA.



Imagen 11: Grupo electrógeno de 165 kVA la potencia requerida de la Red Complementaria

El Grupo Electrógeno se dispondrá en el área de instalaciones de la planta Cubierta del edificio, siendo el equipo el tipo insonorizado.

2.2.3. Corrección del factor de potencia

Es importante también, para la instalación eléctrica del edificio que se construirá el corregir la energía reactiva. La energía reactiva se podría considerar como un obstáculo para la potencia activa que es la que hará que funcionen los equipos conctados a la corriente eléctrica. Sin embargo, a través de los conductores circularán ambos tipos de potencia: activa y reactiva; por lo que interesa que la potencia reactiva sea mínima. Además, el hecho de generar energía está penalizado por parate de la compañía eléctrica.

En resumen, con el fin de optimizar la instalación y evitar los recargos y penalizaciones por parte de la Compañía suministradora, se ha previsto la instalación de un sistema de compensación de la energía reactiva mediante una batería de condensadores de 125 kVAr. Los conductores sin ir más lejos, y las máquinas eléctricas, tienen una componente resistiva y una reactancia (la cual tiene un módulo mucho mayor que la resistencia). Por lo tanto, al introducir una batería de condensadores, al tener la reactacia con el signo contrario, se compensa la energía raectiva que se consume.

La batería de condensadores irá situada aneja al Cuadro General de Baja Tensión, mediante armario expreso y gestión de escalonamiento electrónico, a fin de corregir la energía reactiva de la instalación según se requiera en cada momento. El resultado es la obtención de un factor de potencia de 0,96 en funcionamiento de Red Normal.

La batería de condensadores que se instalará se puede observar en el siguiente pantallazo del esquema unifilar del CGBT:

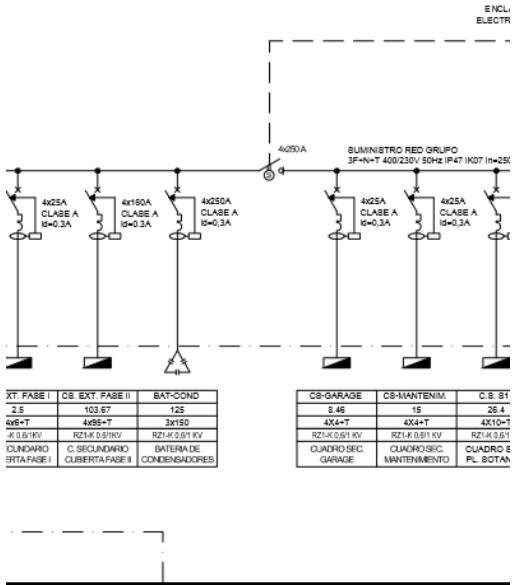


Imagen 12: Pantallazo del esquema unifilar del CGBT donde se puede observar cómo la batería de condensadores está conectada por las razones que expusimos anteriormente.

2.2.4. Sistema de alimentación ininterrumpida (SAIs)

Adicionalmente al grupo electrógeno se hace necesario la instalación de un equipo de estas características por que aunque la conmutación se hace automáticamente, el grupo electrógeno tarda aproximadamente entre 3 y 5 minutos en alcanzar plena carga, y hay equipos que necesitan suministro eléctrico constante e ininterrumpido. Por lo tanto, con la finalidad de proporcionar garantía de suministro, a los equipos informáticos y otras cargas que requieren alimentación constantemente, se ha previsto la instalación de un SAI. El dimensionamiento del sistema es para acometer a una carga trifásica de 60 kVA durante 10 minutos.



Imagen 13: SAI 60 kVA con 10'. Sin embargo la propiedad no adquirirá dicho equipo al finalizar la obra.

2.2.5. Régimen de neutro

De acuerdo con lo descrito en el parte que corresponde al Centro de Transformación, se determina que el régimen de neutro adoptado es del tipo TT.

La justificación de esta decisión se puede consultar en el Anexo de cálculos eléctricos.

2.2.6. Puesta a Tierra

La puesta a tierra de las instalaciones eléctricas es una tarea que cobra especial importancia y más en este tipo de edificios debido al gran número de personas que se alojarán dentro. El objetivo de la puesta a tierra es limitar la tensión con respecto a tierra que puede aparecer en las masas metálicas, por un defecto de aislamiento (tensión de contacto); y asegurar el funcionamiento de las protecciones.

Para dimensionar tal importante cometido, se considerarán los valores admisibles para el cuerpo humano:

- **Local o emplazamiento conductor:** 24 V
- **Demás casos:** 50 V

La puesta a tierra de los equipos consiste en una ligazón metálica directa entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. Con esta conexión se consigue que no existan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones, edificio y superficie próxima al terreno.

Asimismo, la puesta a tierra permite el paso a tierra de las corrientes de falta o de descargas de origen atmosférico.

Para este edificio, se han considerado instalaciones independientes para:

- Centro de Transformación y Centro de Seccionamiento.
- Grupo electrógeno.
- General de Baja tensión.
- Ascensor
- Pararrayos.

Para la instalación de puesta a tierra, se considerarán las siguientes partes que componen la misma:

- **El terreno:** El terreno es el responsable que debe absorber las descargas eléctricas que se produzcan.
- **Tomas de tierra:** Las tomas de tierra son elementos de unión entre terreno y circuito. Dichos elementos están formados por electrodos embebidos en el terreno que se unen, mediante una línea de enlace con tierra a los puntos de puesta a tierra (situados normalmente en arquetas).
- **Línea principal de tierra:** Es una línea que une los puntos de puesta a tierra con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas.
- **Derivaciones de las líneas principales de tierra:** Son uniones entre la línea principal de tierra y los conductores de protección.
- **Conductores de protección:** Son uniones entre las derivaciones de la línea principal de tierra y las masas, a fin de proteger contra los contactos indirectos.

En resumen, y según la instrucción ITC-BT-18 y las Normas Tecnológicas de la edificación NTE IEP/73 se ha dotado al edificio de una puesta a tierra, formada por cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección con una resistencia a 22°C inferior a 0,524 Ohm/km formando un anillo cerrado que integre a todo el complejo.

Adicionalmente a este anillo se han conectado electrodos de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud, y diámetro mínimo de 19 mm hincados verticalmente en el terreno, soldados al cable conductor mediante soldadura aluminotérmica tipo Cadwell. El cable conductor se ha colocado en una zanja a una profundidad mayor a 0,50 metros a partir de la última solera transitable.

A la toma de tierra establecida se ha conectado todo el sistema de tuberías metálicas accesibles, destinadas a la conducción, distribución y desagües de agua ó gas al edificio, toda masa metálica importante existente en la zona de la instalación y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores.

La puesta a tierra de los elementos que constituyen la instalación eléctrica partirá del cuadro general que, a su vez, estará unido a la red general de puesta a tierra del edificio.

Las instalaciones de puesta a tierra se han realizado de acuerdo con las condiciones señaladas en la instrucción ITC-BT-18, ITC-BT-19 y Normativa NTE IEP.

Para las tomas de tierra independientes, se ha mantenido entre los conductores de tierra una separación y aislamiento apropiado a las tensiones inducidas que aparecen en estos conductores en caso de falta, de acuerdo con ITC-BT-18.

2.2.7. Cuadros eléctricos

Desde el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) se suministra energía a todos los cuadros secundarios de local y estos a su vez acometerán a los consumidores, ya sean cuadros terciarios, luminarias, tomas de corriente, maquinaria, batería de condensadores...

Dicho cuadro es que estará conectado al lado de baja tensión del Centro de Transformación de la parte anterior de la memoria

2.2.7.1. Líneas a cuadros

Con este nombre, denominamos a las líneas que parten desde el cuadro general hasta los cuadros secundarios.

Dichas línea cumplen los siguientes requisitos:

- Se realizan con conductores de cobre con aislamiento RZ1-K (AS) 0,6/1kV no propagadores de llama ni de incendio, bajo índice de toxicidad, baja emisión de humos y cero halógenos.

- La caída de tensión máxima admisible será del 1% cuando los cuadros secundarios alimenten a receptores de alumbrado y del 2% cuando alimente sólo a receptores de fuerza o maquinaria.

Nota: Recordando lo expuesto en la parte de la memoria de media tensión, allí los cables eran del tipo Z-1, es decir, libre de halógenos. Aquí son del tipo RZ-1, es decir aparte de ser libre de halógenos, son también resistentes al fuego. En esta parte de la instalación, al ser dentro de un edificio con una gran concurrencia, el ser resistente al fuego es más importante porque los equipos del Sistema de Detección y Extinción de Incendios (no son parte de este proyecto) necesitan seguir recibiendo suministro eléctrico.

2.2.7.2. Cuadros eléctricos

Las prescripciones generales del cuadro eléctrico general son:

- La construcción es a base de armarios modulares.
- El grado de protección mínimo es IP-31/IK-07. Para los cuadros secundarios, IP-43/IK-07 para instalación interior, e IP-55/IK-07 para instalación a la intemperie y zonas húmedas.
- Todos los componentes, embarrados, soportes, interruptores, etc., son los adecuados para resistir las condiciones térmicas y dinámicas del nivel de cortocircuito de 36 kA.
- Todas las protecciones son de corte omnipolar.

Nota: La referencia IP del grado de protección hace referencia a la protección frente al polvo y al agua. Como se observa arriba, dependiendo de donde sea la instalación bien en zonas interiores o en el exterior, el grado de protección es distinto. Además, el hecho de que la construcción sea a base de armarios modulares hace que sea más fácil añadir nuevos equipos según se pueda demandar en un futuro.

La ubicación de todos los cuadros se puede observar en los planos correspondientes de planta. La aparamenta, su calibrado, el número de salidas y el dimensionamiento de las mismas se puede observar en los planos correspondientes de esquemas unifilares.



Imagen 14: Cuadro eléctrico. En este caso, se observa que estaría montado en interior y sería un cuadro secundario.

2.2.8. Alumbrado convencional

Los tipos de iluminación previstos, así como las luminarias elegidas, para las diferentes zonas y locales se atienden a requisitos de máximos ahorro energético, así como la aplicación de las tecnologías de construcción de luminarias, lámparas y equipos de encendido.

En función de los usos por zona, se dispondrá de aproximadamente 1/3 de las luminarias alimentadas desde diferentes circuitos, con la finalidad de poder seguir manteniendo la actividad si uno de los circuitos queda fuera de servicio. A dicha configuración de luminarias se le denomina “a tres bolillos”.

Los niveles medios de iluminación obtenidos para las distintas áreas del edificio son aproximadamente los siguientes:

- **Aulas:** 300-750 lux
- **Vestíbulo y zonas de paso:** 100-200 lux
- **Despachos:** 300-500 lux
- **Aparcamiento:** 150-200 lux
- **Salas de instalaciones:** 200-400 lux

Estos valores se obtienen según la norma UNE-EN 12464-1. El margen corresponde a que la norma establece que la luminancia debe ser variable y que depende del tipo específico del uso que se vaya a hacer.

2.2.8.1. Luminarias a instalar

Por ahorrar costes, emplearemos generalmente lámparas fluorescentes compactas de la misma potencia, y según la zona, instalaremos algunas con aislamiento frente a la humedad (en vestuarios) o con elevada potencia (en la pista deportiva). Su construcción será preferentemente en chapa de aluminio. Todas ellas llevarán una conexión a la red de

tierra de protección, siendo todos los equipos de encendido en Alto Factor con reactancia eléctrica o magnética.

En nuestro caso, serán de la familia TL-80 2x58 W de Philips, pero compradas a la empresa LuxMay ya que debido al elevado número de luminarias, ofrecía un rapel sobre compras muy atractivo. Estas luminarias se instalarán por todo el edificio excepto en la zona de vestuarios y en la pista deportiva.

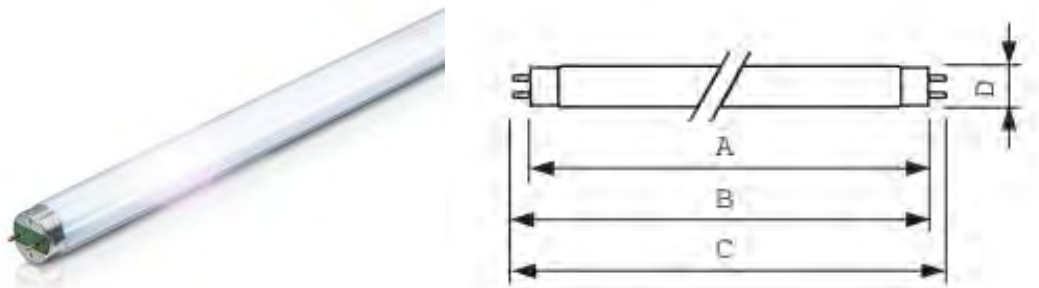


Imagen 15: Vista esquemática y diagrama de la luminaria que instalaremos en el edificio

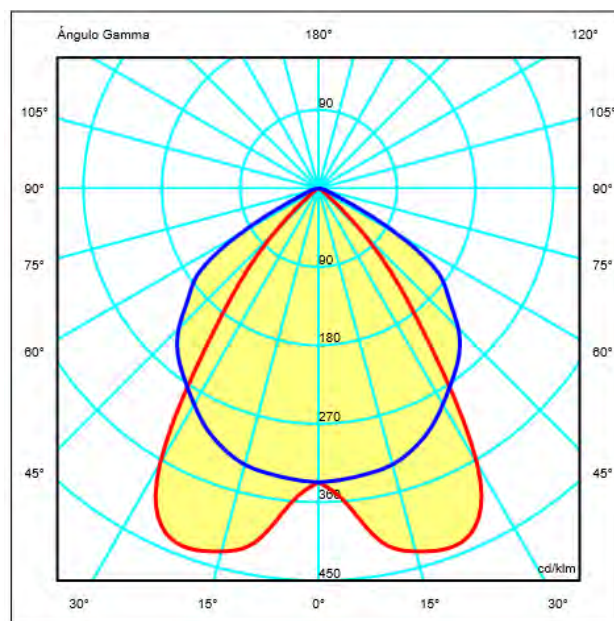


Imagen 16: Curva fotométrica de la luminaria.

El siguiente tipo de luminaria que haremos uso es de un Downlight, en este caso es del tipo 1x26 W, que también lo proporciona LuxMay. Este tipo de luminaria lo emplearemos sobretodo en vestíbulos y pasillos debido a la manera de iluminar que tiene que proporciona una mayor calidez a la sala en donde se instalará.



Imagen 17: Downlight que nos proporciona LuxMay. Se trata del modelo 1x26 W.

El siguiente en la lista son las luminarias que emplearemos en los vestuarios. Debido a la alta humedad proveniente de las duchas, estimamos que las luminarias que empleemos aquí deben de contar con una protección frente al agua y por lo tanto deben de tener el coeficiente del factor IP de la lámpara que hace referencia a la protección frente al agua superior que las demás. En este caso, volvemos a optar por otro downlight, pero al ser la sala donde se instalen más ancha que un pasillo, serán del tipo 2x26 W. Y en cuanto a la resistividad contra el agua, estimamos que el factor correcto sería un IP 44.



Imagen 18: Downlight que instalaremos en los vestuarios. A simple vista, no presenta diferencia estética relevante con el downlight que instalaremos en los pasillos, sólo que en los vestuarios se usarán lámparas de 2x26 W.

Por último, los que instalaremos en la pista deportiva, serán proyectores de descarga proporcionados por la misma empresa, LuxMay. Se trata del modelo PST/GA-250W, que es un proyector empotrable, con su cuerpo realizado en chapa de acero y con un cristal en chapa transparente. No estimamos dotar a estos proyectores con aislamiento.

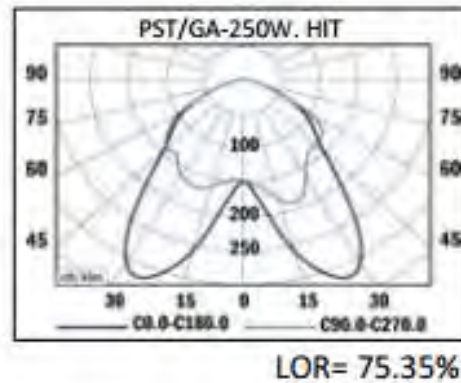


Imagen 19: Foco ejemplo (del catálogo) que instalaremos en la pista deportiva junto al diagrama fotométrico de dicho foco.

2.2.8.2. Cumplimiento del DB-HE -03 del CTE

2.2.8.2.1. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

En cumplimiento de las modificaciones hechas en Septiembre de 2013 en el CTE, se ha introducido un apartado en cuanto a la eficiencia energética de la instalación de alumbrado.

Como puede observarse en los cálculos luminotécnicos mostrados en el anexo de cálculos, se cumplen para cada zona de actividad diferenciada los niveles límite de VEEI establecidos en la siguiente tabla.

El valor del VEEI se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$VEEI = (100 \cdot P) / (S \cdot E_m)$$

Donde:

- VEEI: Valor de eficiencia energética de la instalación [W/m²]
- P: Potencia de la lámpara más equipos auxiliares [W]
- S: Superficie iluminada [m²]
- E_m: Iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 5: Valores límite del VEEI en función de la actividad de la zona

El edificio objeto estará compuesto en mayor medida mediante aulas (VEEI límite de 3,5) y aparcamientos (VEEI límite de 4,0). En el anexo de cálculos lumínicos se comprueban que no se obtienen valores de $VEEI > 3,5$ para las aulas y $VEEI > 4,0$ para los aparcamientos.

2.2.8.2.2. Limitación de Potencia instalada en el edificio

La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la siguiente Tabla:

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m²]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 6: Valor máximo de la potencia lumínica por unidad de área a instalar según el uso del edificio.

En primer lugar, el uso del edificio que correspondería con alguno de esta tabla sería el Docente, que tiene una potencia máxima instalada por unidad de área de 15 W/m². Observamos en el apartado de cálculos lumínicos que esta limitación se cumple en todas las habitaciones.

2.2.8.2.3. Sistemas de control y regulación

En este edificio, cada zona dispone de un sistema de encendido y apagado manual basado en mecanismos básicos (interruptores normales y corrientes), además en cuando no disponga de control mediante el sistema de gestión o cuadro de pulsadores (zonas comunes). De cualquier forma no se realiza ningún sistema de encendido y apagado directamente desde los cuadros eléctricos.

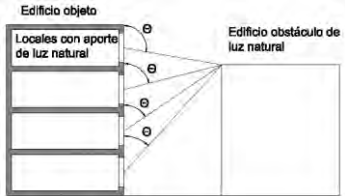
Las zonas de uso esporádico, como pueden ser aseos, vestíbulos, disponen de un control de encendido y apagado mediante detectores de presencia / interruptores temporizados. Con lo cual se asegura un gran ahorro energético ya que la ocupación de dichos espacios no es el 100% del horario escolar a diferencia de las aulas en la que los detectores de presencia son totalmente prescindibles.

Se ha comprobado si es necesaria la instalación de sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario. Para conseguir esto, se han instalado sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los siguientes casos:

HE3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	Ámbito de aplicación: Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en: edificios de nueva construcción; rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m ² , donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada; reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.
	a) Sistemas de control y regulación
	Sistema de encendido y apagado manual
	<div> <div>☒</div> <div>Toda zona dispondrá, al menos, de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control.</div> </div>
	Sistema de encendido: detección de presencia o temporización
	<div> <div>☒</div> <div>Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.</div> </div>
	Sistema de aprovechamiento de luz natural


<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario. Quedan excluidas de cumplir esta exigencia las zonas comunes en edificios residenciales.</p> </div> </div>
--

Zonas con cerramientos acristalados al exterior, cuando se cumplan simultáneamente lo siguiente:

$\theta > 65^\circ$	θ	Ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales. (ver figura 2.1)
$T \frac{A_w}{A} > 0,07$	T	Coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local, expresado en tanto por uno.
	A_w	Área de acristalamiento de la ventana de la zona [m ²].
	A	Área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m ²].
 <p style="text-align: center;">Figura 2.1</p>		

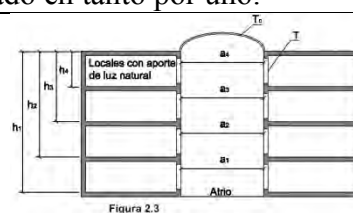
Zonas con cerramientos acristalados a patios o atrios, cuando se cumplan simultáneamente lo siguiente:

Pacios no cubiertos:

$a_i > 2 \times h_i$	a_i	Anchura
	h_i	Distancia entre el suelo de la planta donde se encuentre la zona en estudio y la cubierta del edificio (ver figura 2.2)
 <p style="text-align: center;">Figura 2.2</p>		

Pacios cubiertos por acristalamientos

$a_i > (2 / T_c) \times h_i$	h_i	Distancia entre la planta donde se encuentre el local en estudio y la cubierta del edificio (ver figura 2.3)
	T_c	Coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de cerramiento del patio, expresado en tanto por uno.



Que se cumpla la expresión siguiente:		
$T \frac{A_w}{A} > 0,07$	T	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local, expresado en tanto por uno.
	A_w	Área de acristalamiento de la ventana de la zona [m ²].
	A	Área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas)[m ²].

2.2.8.2.4. Productos de construcción

Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplen lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Particularmente, las lámparas fluorescentes cumplen con los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tienen limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar no superan los valores exigidos. Los conjuntos de las lámparas y sus equipos auxiliares disponen de un certificado del fabricante que acredita su potencia total.

2.2.8.2.5. Mantenimiento y conservación

Para garantizar que los parámetros luminotécnicos calculados y la eficiencia energética de la instalación que se ha calculado y que se mantengan con el paso del tiempo, es necesario el establecimiento de un plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento estará basado en los conceptos relativos a:

- Determinación del factor de mantenimiento
- Evaluación de los factores de mantenimiento del proyecto.
- Planificación de las operaciones de mantenimiento.

2.2.8.2.5.1. Determinación del Factor de Mantenimiento

El nivel de iluminación en servicio de cualquier instalación se debe establecer con un factor de mantenimiento total calculado en función del equipo de alumbrado seleccionado, ambiente de utilización y programa de mantenimiento a realizar.

El nivel de iluminancia recomendado según la norma UNE-EN12464-1 para cada tarea está dado como nivel de iluminancia mantenida. El factor de mantenimiento que se debe utilizar en el cálculo de dicho nivel depende de las características de mantenimiento de la lámpara (depreciación luminosa y mortalidad), del equipo eléctrico, la luminaria, y del ambiente (limpio, normal o sucio) en el que se está utilizando la instalación y como consecuencia del establecimiento de un programa de mantenimiento que se debe proponer.

Según la norma debemos:

- Establecer el factor de mantenimiento y anotar todas las suposiciones hechas en el establecimiento de dicho factor.
- Especificar el equipo de iluminación adecuado para el ambiente de aplicación.
- Preparar un programa de mantenimiento completo que incluya la frecuencia de remplazamiento de la lámpara, los intervalos de limpieza de la luminaria y de la sala y el método de limpieza.

Según el fabricante de lámparas y experiencias previas de otros proyectos realizados, se ha elaborado una tabla que en función del tipo de sustitución de lámparas, del sistema de iluminación elegido y del grado de ensuciamiento del local, nos indica el factor de mantenimiento que debemos utilizar en nuestro proyecto.

Alumbrado Directo		Sustitución en grupo			Sustitución puntual y en grupo		
Grado de ensuciamiento		Bajo	Normal	Alto	Bajo	Normal	Alto
TL-5 17.000 h.		0.80	0.75	0.70	0.85	0.80	0.75
TL-D 12.000 h.		0.80	0.75	0.70	0.85	0.80	0.75
HPI Plus BU 7.000 h.		0.70	0.65	0.60	0.75	0.70	0.65
PL-C /4P 7.000 h.		0.80	0.75	0.70	0.85	0.80	0.75
CDM 4.000 h.		0.80	0.75	0.70	0.80	0.75	0.70
Alumbrado Directo e Indirecto		Sustitución en grupo			Sustitución puntual y en grupo		
Grado de ensuciamiento		Bajo	Normal	Alto	Bajo	Normal	Alto
TL-5 17000h		0.75	0.70	0.65	0.80	0.75	0.70
TL-D 12000h		0.75	0.70	0.65	0.80	0.75	0.70
Alumbrado indirecto		Sustitución en grupo			Sustitución puntual y en grupo		
Grado de ensuciamiento		Bajo	Normal	Alto	Bajo	Normal	Alto
TL-5 17000h		0.70	0.65	0.60	0.75	0.70	0.65
TL-D 12000h		0.70	0.65	0.60	0.75	0.70	0.65
HPI Plus BU 7.000 h.		0.60	0.55	0.50	0.65	0.60	0.55
CDM 4.000 h.		0.70	0.65	0.60	0.70	0.65	0.60

Tabla 7: Sustitución de lámparas según fabricante y experiencias previas en función del modelo.

Ahora debemos evaluar si los factores de mantenimiento de las luminarias son adecuados al proyecto.

• Análisis de la depreciación:

Este término hace referencia a la disminución en el nivel de iluminación que ocurre por el envejecimiento de una instalación. Fundamentalmente se debe principalmente a tres factores:

- Depreciación en el flujo de las lámparas.
- Ensuciamiento de las luminarias.
- Ensuciamiento del local.

A esto habría que además tener en cuenta que una limpieza regular y una reposición de lámparas conllevan los siguientes beneficios (aunque algunos puntos que mencionamos aquí son bastante subjetivos):

- Mayor nivel de iluminación por que la suciedad de los apartamentos absorbe una cantidad importante de nivel de iluminación.
- Un plan de mantenimiento bien diseñado ahorra tiempo y dinero.
- La apariencia de la instalación de iluminación y de todo el edificio en general se mejora.

2.2.8.2.5.2. Operaciones de mantenimiento

A continuación se detallamos todas las operaciones que debemos seguir para conseguir el correcto mantenimiento de las luminarias y el resto de la instalación lumínica. Es decir, el procedimiento a seguir a la hora de realizar las operaciones de mantenimiento.

- **Recambio de lámparas**

En este sentido, podemos aplicar distintos procedimientos a la hora de hacer una reposición de lámparas:

- **Recambio puntual:** Consiste en realizar una reposición individual de lámpara cuando ésta falla. Este procedimiento resulta muy costoso en grandes instalaciones ya que el cambiar las lámparas una a una consume muchas horas hombre y la adquisición de nuevas lámparas (unitariamente nos referimos) es más costosa que si se hace en grandes cantidades.
- **Recambio en grupo cuando ha fallado un pequeño grupo de lámparas:** Resulta más barato que el recambio puntual pero el nivel de iluminación y la uniformidad se ven afectados seriamente ya que el grado de ensuciamiento varía de grupos de lámparas a otros y que dependiendo del número de horas en servicio de las lámparas, la iluminancia no será la misma.
- **Recambio masivo:** Se hace al final de la vida útil de la lámpara y de esta forma conseguimos una iluminancia uniforme aunque como inconveniente me gustaría señalar que hasta que se produzca esto, varias lámparas han podido quedar fuera de servicio y otras poder dar una iluminancia aceptable.

En cuanto al método de recambio más adecuado, para esta instalación preferiblemente seguiremos el recambio masivo por razones económicas unido a recambios puntuales si no hay más remedio.

Además, seguiremos el siguiente procedimiento para recambiar las lámparas:

- **PASO 1.** Después de las primeras 100 horas de uso, algunas lámparas pueden haber fallado a causa del daño sufrido en el transporte. **Se realizará el recambio de estas lámparas.**
- **PASO 2.** Estadísticamente hablando no deberían fallar más lámparas hasta que se alcanzase el 70% de la vida media de la lámpara, pero si fallasen se deben cambiar puntualmente. Se colocarán lámparas que marcaremos con un símbolo para poder identificarlas.
- **PASO 3.** Al final de la vida útil cambiaremos todas las lámparas. Las lámparas marcadas del paso 2 podemos guardarlas para un uso posterior.
- **PASO 4.** Todo el ciclo se repite.

Nos gustaría adicionalmente hacer las siguientes aclaraciones:

- **Definición de vida útil:** Este parámetro lo fijaremos estudiando las curvas de depreciación y de supervivencia, aunque normalmente lo fijaremos cuando las pérdidas entre las dos curvas sumen un 20%.
- **Definición de vida media:** Este parámetro se corresponde con el valor medio estadístico que resulta del análisis y ensayo de una población de lámparas trabajando en condiciones de laboratorio. Se define como el tiempo que transcurre hasta que falla el 50% de las lámparas de un lote representativo trabajando en condiciones específicas.

- **Limpieza de las luminarias**

Se ahorrará tiempo y trabajo si la limpieza se planifica convenientemente y se usan los agentes limpiadores adecuados (ver tabla). Conviene hacer coincidir el momento de realizar la limpieza de las luminarias con el del cambio de las lámparas.

Las luminarias deben aislarse eléctricamente durante la limpieza.

MATERIAL	AGENTE LIMPIADOR	LIMPIADOR ALTERNATIVO	OBSERVACIONES
Aluminio	Jabón y agua		El Aluminio debe aclararse muy bien después de la limpieza
Cristal	Detergente y agua	Limpiacristales	No se recomienda el uso de sustancias abrillantadoras
Plástico	Detergente no iónico y agua	Detergente común y agua	Existen productos que eliminan la carga estática causante de la acumulación de polvo
Porcelana	Detergente y agua		No debe usarse productos abrasivos.

Tabla 8: Método de limpieza de luminarias para el plan de mantenimiento.

- **Limpieza del local.**

Para mantener los factores de reflexión de las superficies en los valores utilizados en los cálculos, se recomienda la limpieza de paramentos verticales y techos una vez cada 14 meses y que se pinten cada 7 años.

A modo de resumen, para este proyecto se usarán las siguientes luminarias:

RESUMEN DE LUMINARIAS			
	TIPO	Nº DE LUMINARIAS	LUX
<u>P. ATICO</u>			
PASILLO	P/BR-2x58W	4	537
AULA 1	P/BR-2x58W	6	711
AULA 2	P/BR-2x58W	2	487
PISTA DEPORTIVA	PST/GA-250W HIT	15	291
<u>P. TERCERA</u>			
VESTUARIOS	DTM-IP44-195-2x26W	4	132
DISTRIBUIDOR/PASILLO DISTRIBUIDOR	P/BR-2x58W	7	504
	CILINDER-1x26W	4	
AULA	P/BR-2x58W	6	709
<u>P. PRIMERA</u>			
AULA 1	P/BR-2x58W	6	633
AULA 2	P/BR-2x58W	5	520
PASILLO DISTRIBUIDOR	P/BR-2x58W	13	534
	CILINDER-1x26W	4	
PROFESORES/TUTORIA	P/BR-2x58W	4	581
	CILINDER-1x26W	10	
<u>P. BAJA</u>			
ENTRADA RECEPCIÓN/PASILLO	P/BR-2x58W	9	346
	CILINDER-1x26W	21	
SALA MULTIUSOS	P/BR-2x58W	6	649
DIRECTOR	P/BR-2x58W	2	529
AULA 1	P/BR-2x58W	6	688
AULA 2	P/BR-2x58W	5	574
<u>P. SOTANO -1</u>			
BIBLIOTECA	P/BR-2x58W	10	775
PASILLO DISTRIBUIDOR	P/BR-2x58W	7	515
PASILLO	CILINDER-1x26W	9	160
AULA DE PLASTICA	P/BR-2x58W	9	633

Tabla 9: resumen del modelo y cantidad de luminarias que se emplearán en el proyecto.

2.2.9. Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia que se empleará en esta instalación tiene por objeto el de proporcionar una pequeña cantidad de iluminación cuando se interrumpa el suministro eléctrico convencional. Los cálculos y su iluminación se pueden encontrar en el anexo de cálculo lumínicos en el apartado de cálculo del alumbrado de emergencia.

Se dispone de equipos autónomos de emergencia mediante aparatos homologados de acuerdo a normativa ITC-BT-28. Dichos equipos cuentan con lámparas fluorescentes, baterías propias con 1h de autonomía y electrónica de auto-test. Su ubicación es, como norma general, empotrados en techo o sobre puertas de ruta de evacuación.

En cuanto a las luminarias que emplearemos, serán de la marca Electrozemper SA debido a que por razones económicas, nos ofrecen una buena promoción en cuanto a los 2 modelos de luminarias que nos ofrecen:

- **Xena 6**, que se empleará cuando esté empotrada en el techo.

Esta luminaria tendrá una alimentación de 230 V @ 50 Hz sin embargo sólo será necesaria para cargar las baterías que tiene. Lógicamente, el cometido de la luminaria de emergencia es otro que describiremos más adelante. Dicha carga de baterías tarda aproximadamente unas 18 horas para obtener la autonomía nominal de la luminaria. Las baterías que presenta esta lámpara son de Ni-Mh de alta temperatura, protegidas contra sobreintensidades de descarga.

En cuanto al montaje, como mencionamos antes, será empotrada en el techo y el fabricante además pagando un sobrecoste se puede montar sobre una superficie inflamable, marco decorativo y con placa de señalización.

En cuanto a la iluminancia, cuenta con LEDs de señalización de alto brillo y un difusor de material plástico opalino. Adicionalmente dispone de otro LED indicador de que la batería ha sido completamente cargada.

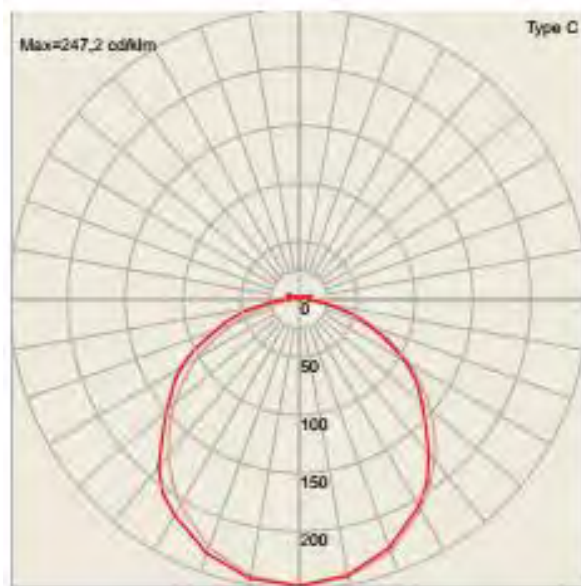
Adicionalmente, tiene una entrada por telemando que permite hacer:

- Puesta en reposo de cuando esta sin red
- Test de prueba de lámparas de emergencia

Está fabricada según normas EN-60598-1 y EN-60598-2-22.



Imagen 20: Xena 6 de la marca Zemper la cual vamos a usar en nuestra instalación de alumbrado de emergencia.



Certificación IP: 42
Certificación IK: 04

Imagen 21: Curva fotométrica de la Xena 6. Este dato será relevante a la hora de los cálculos lumínicos.

- **Arian IP5**, que se empleará en superficie.

Esta luminaria, al igual que la anterior tendrá una alimentación a 230V @ 50Hz pero al igual que antes, sólo será necesaria para cargar las baterías que tiene. Dicha carga de baterías tarda aproximadamente unas 12 horas para obtener la autonomía nominal de la luminaria. Las baterías que presenta esta lámpara son baterías de Ni-Cd de alta temperatura, protegidas contra sobreintensidades de descarga.

En cuanto al montaje, como mencionamos antes, será empotrada en superficie (paredes verticales) y el fabricante además pagando un sobrecoste se puede montar sobre una

superficie inflamable, marco decorativo y con placa de señalización. Y a diferencia de la anterior luminaria, ésta dispone de la posibilidad de un difusor de doble cara.

En cuanto a la iluminancia, cuenta con LEDs de señalización de alto brillo y un difusor de material plástico opalino. Adicionalmente dispone de otros 2 LEDs indicadores de estado de:

- Estado de la batería
- Estado de la lámpara de emergencia
- Estado de señalización
- Situación de estado de test

A diferencia de la anterior, ésta controlada por microprocesador que realiza test periódicos y automáticos. En este caso hace un test de lámpara de emergencia cada 7 días y test de autonomía cada 70 días. El resultado de los tests se muestra en los LEDs indicadores de estado.

Al igual que la anterior, tiene una entrada de telemando que le permite:

- Test manual de lámpara y autonomía
- Puesta en reposo y reencendido sin red
- Programación de hora de los test automáticos
- Reset del estado y errores de la luminaria

Está fabricada según normas EN-60598-1, EN-60598-2-22 y UNE-20-392-93.



Imagen 22: Arian IP5 de la marca Zemper la cual vamos a usar en nuestra instalación de alumbrado de emergencia.

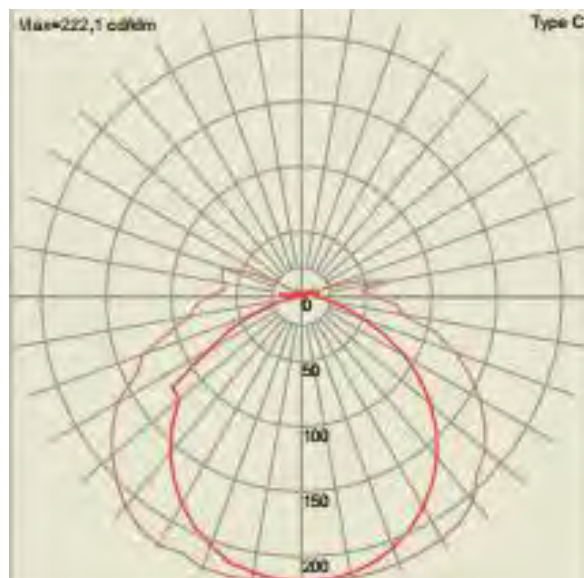


Imagen 23: Curva fotométrica de la Arian IP5. Este dato será relevante a la hora de los cálculos lumínicos.

El sistema de alumbrado de emergencia consta de los siguientes sistemas:

- **Alumbrado de evacuación**

Este subsistema de alumbrado de emergencia, es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona. Dicho alumbrado estará entrará en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado convencional o al menos cuando la tensión del sistema de alumbrado convencional baje del umbral del 70% de la nominal.

El cometido del alumbrado es el garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados. En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

Adicionalmente a la información anterior, en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual, es decir extintores y mangueras, y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía que le garanticen por lo menos 1 hora de autonomía proporcionando el 100% de la iluminancia que debe proporcionar.

- **Alumbrado antipánico**

Este subsistema del sistema de alumbrado de emergencia es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso.

El alumbrado de dichas zonas denominadas de alto riesgo, debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux. Este alumbrado debe funcionar exclusivamente cuando se produzca un fallo en la alimentación de la instalación de alumbrado convencional. Y en cuanto a su duración, debe proporcionar dichos 15 lux el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona denominada de alto riesgo.

- **Normas generales de instalación**

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- A menos de 2 m de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- A menos de 2 metros de cada cambio de nivel.
- A menos de 2 metros de cada puesto de primeros auxilios.
- A menos de 2 metros de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios. Proporcionando una iluminancia mínima de 5 lux a la altura de operación.
- En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente. Proporcionando una iluminancia mínima de 5 lux a la altura de operación.



Imagen 24: Luminaria de emergencia que señala ruta de evacuación. Tiene una autonomía de 1h.

2.2.10. Protecciones

Para la protección de la instalación eléctrica se han tenido en cuenta las ITC-BT-22, 23 y 24 del REBT. A continuación se describirá cómo protegeremos la instalación frente a los distintos peligros que puedan ocurrir.

2.2.10.1. Sobreintensidades y cortocircuitos

Contra sobre intensidades y cortocircuitos, las líneas se protegerán contra cortocircuitos y sobreintensidades mediante elementos de corte tipo magnetotérmico con curva de disparo calibrada y adecuada a la sección del conductor a proteger. Esto se observa claramente en el esquema unifilar en el siguiente pantallazo:

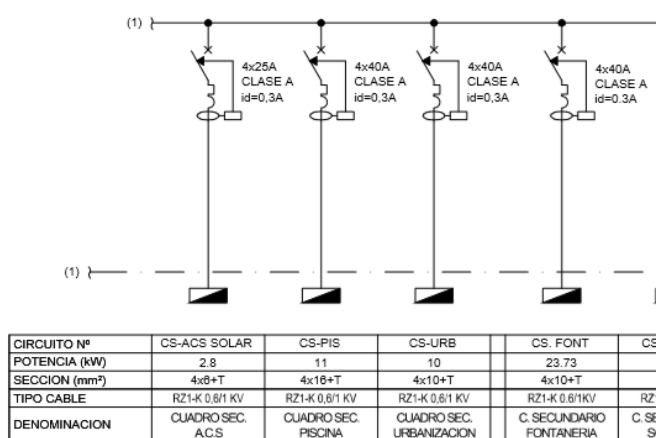


Imagen 25: Pantallazo del esquema unifilar. En este caso, las líneas a los cuadros secundarios están protegidas por un interruptor automático magnetotérmico. Se puede observar también, que dependiendo de la potencia del cuadro, el interruptor está diseñado para activarse a distinta intensidad.

Se han instalado estos interruptores automáticos magnetotérmicos en el origen de cada línea independiente de distribución y en los puntos donde se produzca una reducción de la intensidad admisible.



Imagen 26: Interruptor magnetotérmico de corte omnipolar de la marca Schneider.

2.2.10.2. Sobretensiones

La medida que hemos decidido adoptar consiste en la instalación de un descargador en la acometida al Cuadro General de Baja Tensión como se observa en el esquema unifilar del CGBT:

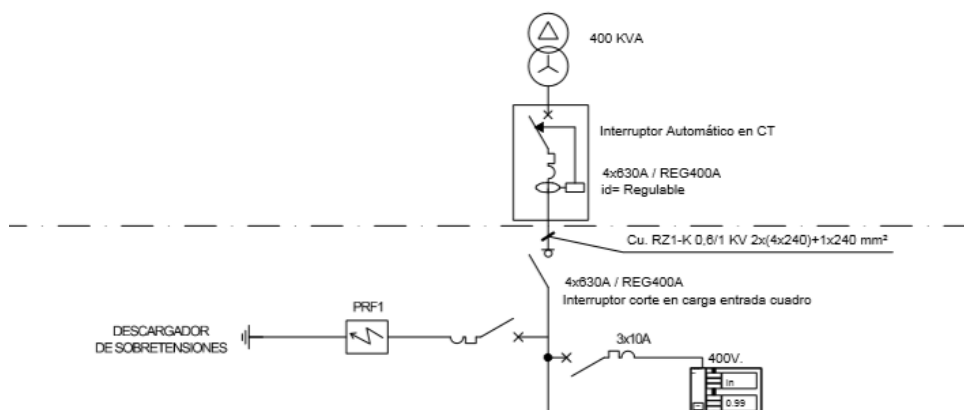


Imagen 27: Pantallazo del descargador de sobretensiones que está instalado antes de llegar la línea al CGBT para protegerlo frente a sobretensiones.

2.2.10.3. Contactos indirectos

La protección contra corrientes de defecto se realiza por medio de interruptores automáticos diferenciales de sensibilidad media (300 mA) en líneas de fuerza motriz, y de alta sensibilidad (30 mA) en líneas de tomas de corriente y alumbrado.

Es decir, mediante toroides que en caso de contacto, aparecerán desequilibrios entre las fases apareciendo una componente homopolar de la corriente que inducirá un campo magnetico en el toroide que a su vez inducirá una corriente a través de sus espiras. Pues la magnitud de esta corriente inducida en las espiras del toroide es lo que detectarán estos interruptores automáticos diferenciales.

2.2.10.4. Contactos directos

Las medidas que se ha adoptado para evitar en la medida de lo posible estos contactos son el alejamiento de las partes activas de la instalación, la interposición de obstáculos que impidan el contacto accidental con partes activas de la instalación y el recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un material aislante.

2.2.11. Distribución de electricidad a receptores

Se considera alimentación a receptores a las líneas que parten desde los cuadros secundarios o terciarios hasta los receptores, ya sean luminarias, tomas de corriente o maquinaria.

El sistema de instalación sigue las siguientes pautas:

- Los conductores a utilizar, según aplicación, son de Cu con aislamiento 07Z1-K todos ellos no propagadores de llama ni de incendio, bajo índice de toxicidad, baja emisión de humos y cero halógenos.
- La caída de tensión máxima admisible, desde el origen de la instalación, es menor al 3% para receptores de alumbrado y al 5% para receptores de fuerza o maquinaria.
- Las canalizaciones son bien a base de tubo de material plástico anti-llama, rígido o flexible, bien a base de tubo de acero o bien a base de bandeja portacables.
- Para las derivaciones se utilizan cajas de registro de gran resistencia mecánica y autoextinguibles.
- Para el mando local, como norma general, es a base de interruptores o detectores de presencia.

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la Instrucción ITC-BT-20.

Los diámetros exteriores nominales mínimos para los tubos protectores han sido establecidos en función del número, clase y sección de los conductores. Serán los fijados en la instrucción ITC-BT-21.

Las cajas de derivaciones están dotadas de elementos de ajuste para la entrada de tubos. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permiten alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

En ningún caso se ha realizado la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple, retorcimiento entre sí de los conductores, sino que se han realizado siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente.

Las líneas sobre bandejas que discurren por el interior de suelos técnicos o de atarjeas registrables están constituidas por conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado para 1.000 V de servicio, designación RZ1 0,6/1 kV.

2.2.12. Sistema de protección de pararrayos

En el edificio original, se sitúa ya un pararrayos para cubrir la totalidad del edificio original y el anexo (el objeto de este proyecto). El pararrayos elegido era del tipo con dispositivo de cebado para un NIVEL II con mástil de 6 metros de altura y un radio de acción de 100 metros. Su instalación correspondió a las exigencias de la norma SU-8 del Código Técnico de la Edificación.

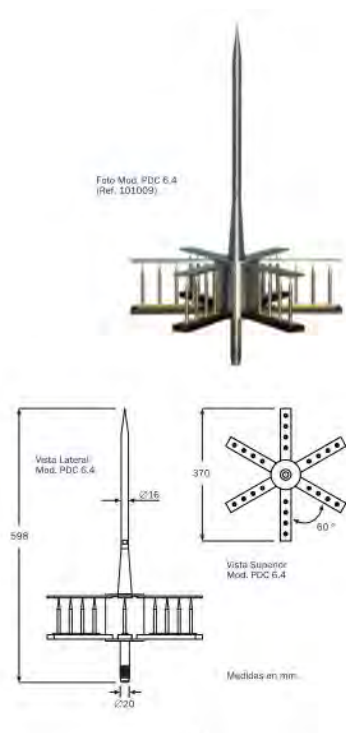


Imagen 28: Pararrayos que se instaló en el edificio original de a marca Ingeco.

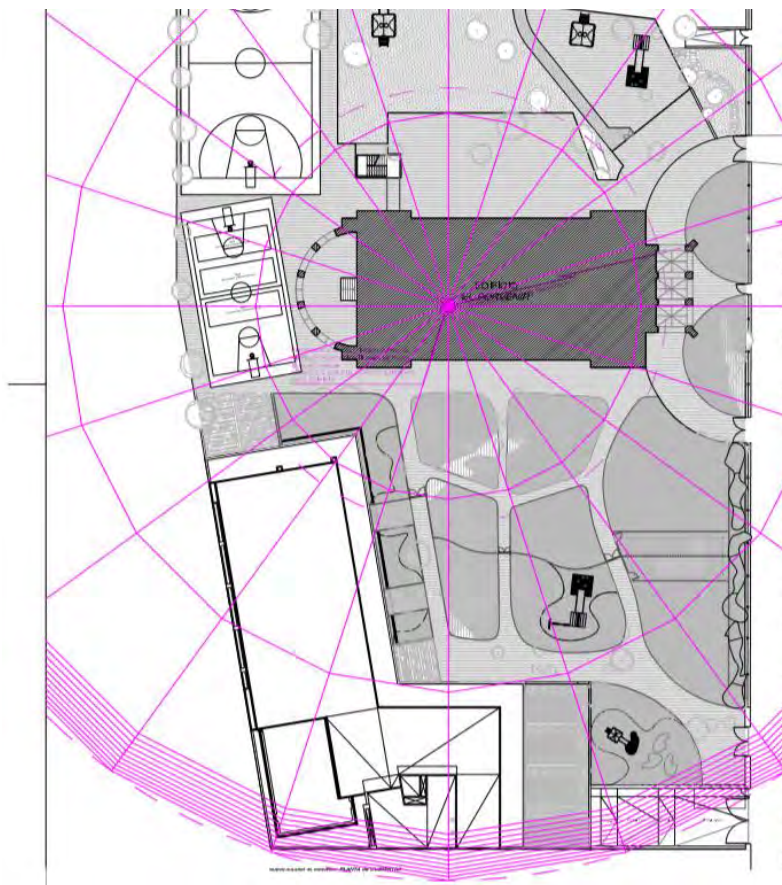


Imagen 29: Imagen de la protección actual del pararrayos del colegio original que demuestra que el nuevo edificio está ya protegido contra los rayos con el pararrayos del edificio original.

Este pararrayos irá instalado en la parte más alta del edificio sobre un mástil fijado a muro con piezas de anclaje en “U”. Su puesta a tierra será independiente y se realizará mediante cable desnudo trenzado de cobre de 50 mm² que enlazará la cabeza del pararrayos con los 3 electrodos de la propia puesta a tierra, que a su vez se interconectarán con la de la estructura a través de un seccionador alojado en caja aislante protectora.

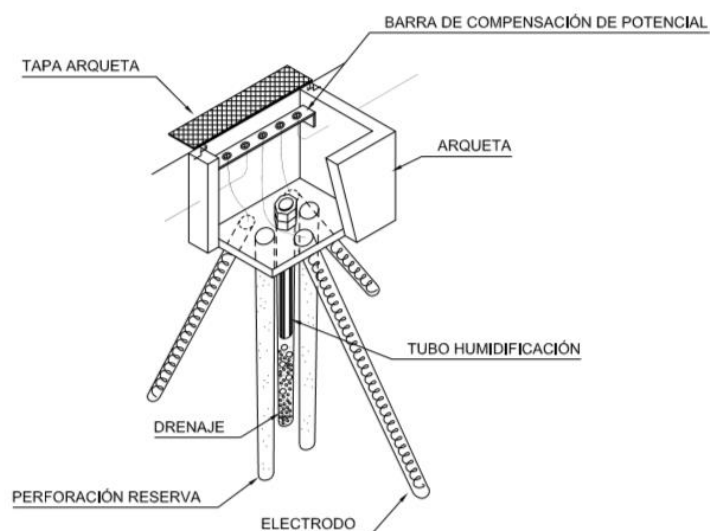


Imagen 30: Vista esquemática del dispositivo de puesta a tierra.

El sistema de funcionamiento del pararrayos es sencillo, aparte de atraer el rayo al crear una menor resistencia en su trayecto a descarga a tierra, es que ante un impacto de un rayo, el aire alrededor de la punta del captador del pararrayos se ioniza. Por lo tanto entre el aire y la punta del captador (que está al mismo potencial que la tierra) se produce una descarga que circulará por los conductores que figuran en la siguiente imagen:

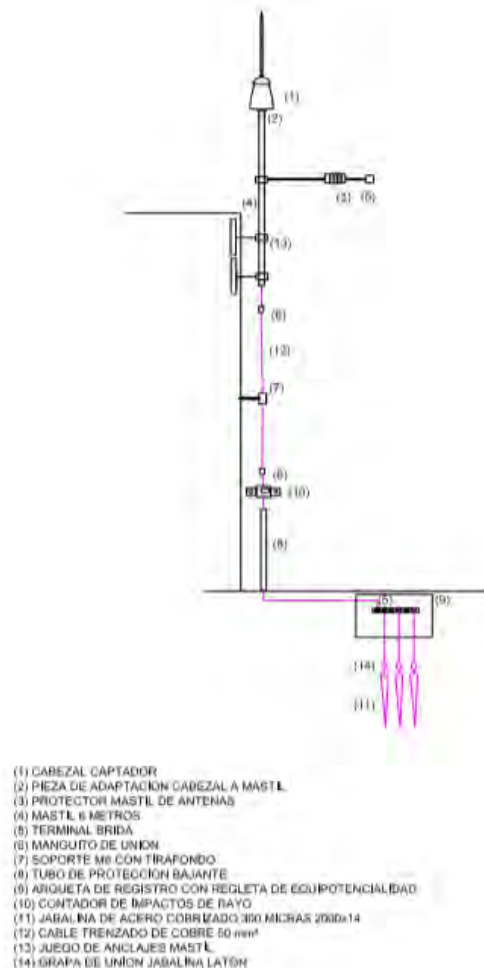


Imagen 31: Imagen esquemático del pararrayos que ya hay instalado.

El sistema tendrá un conductor de bajada que respetará las distancias mínimas de seguridad con las masas metálicas cercanas, discurriendo estas bajadas por la fachada exterior.

3. Bibliografía

3.1. Libros de referencia

Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. Ed. Mc Graw Hill.

Normativa Interna de Iberdrola (proporcionada por FCC Industrial)

Normas UNE (proporcionada por FCC Industrial)

R.A.T. Reglamento de líneas de alta tensión (Proporcionado por FCC Industrial)

Tablas Selectividad de componentes, de Schneider Electric. Catálogo 2013.

Instalaciones de Baja Tensión. Manual de Scheneider Electric (Proporcionado por FCC Industrial)

Apuntes de la asignatura “Electric Systems” curso 2010-2011 de Lucía Gauchía

3.2. Páginas Web (a modo de catálogo)

- www.daisalux.es
- www.iberdrola.es
- www.schneider.es
- www.zemper.com
- www.philips.com
- www.luxmay.com

3.3. Programas informáticos

MS Excel: Hoja de cálculo para sección de conductores

Dialux 4.7

Anexo I: Cálculos eléctricos

1.1. Cálculos de MT

1.1.1. Cálculo de intensidades admisibles para conductor de 240 mm²

1.1.1.1. Intensidad máxima admisible en servicio permanente

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento (HEPR) es la siguiente:

- Servicio permanente: 105 °C
- Cortocircuito con duración inferior a 5 s: >250 °C

Para el cálculo de dicha intensidad procedemos de distinta manera dependiendo de las condiciones en el que se encuentra el conductor:

- **Instalación enterrada:** Una terna de cables unipolares agrupadas a triángulo directamente enterradas en toda su longitud en una zanja de 1m de profundidad en terreno de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25° C.
- **Instalación al aire:** Una terna de cables unipolares instalados al aire agrupados en contacto, con una colocación tal que permita una eficaz renovación del aire, siendo la temperatura del medio ambiente de 40°C.

A modo de resumen:

Tipo de instalación	Tensión nominal U _o /U (kV)	Sección nominal de los conductores (mm ²)	Intensidad. 3 unipolares (A)
Instalación enterrada	12-20	240	435
Instalación al aire	12-20	240	470

Tabla 10: Resumen de las máximas intensidades admisibles para el conductor de 240mm².

1.1.1.2. Intensidad de cortocircuito máxima admisible

Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 °C y como temperatura final la de cortocircuito > 250 °C. La diferencia entre ambas temperaturas es $\Delta\theta$. En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante

el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta. Empleando la siguiente fórmula:

$$\frac{I}{S} = \frac{k}{\sqrt{t}}$$

En donde :

- I=corriente de cortocircuito [A]
- S=sección del conductor [mm²]
- K=coeficiente que depende de naturaleza del conductor y de temperaturas al inicio y final del cortocircuito
- t=duración del cortocircuito [s]

Si por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a un incremento $\Delta\theta'$ de temperatura distinto del tabulado $\Delta\theta=160\text{ }^{\circ}\text{C}$, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección:

$$F = \sqrt{(\Delta\theta'/\Delta\theta)}$$

Y emplear la siguiente tabla:

Tipo de Aislamiento	Tensión	Sección mm ²	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9

Tabla 11: Intensidades de cortocircuitos admisibles en los conductores en función de la duración del mismo [kA]

1.1.2. Cálculo de intensidades admisibles para conductores de 150 y 50 mm²

1.1.2.1. Intensidad máxima admisible en servicio permanente

Procedemos de la misma manera y con los mismo supuestos que en el anterior para el conductor de 240mm².

Tipo de instalación	Tensión nominal U _o /U (kV)	Sección nominal de los conductores (mm ²)	Intensidad. 3 unipolares (A)
Instalación enterrada	12-20	150	330
Instalación al aire	12-20	150	345

Tabla 12: Intensidades máximas admisibles para los conductores de 150mm² en servicio permanente en ambos tipos de instalación.

Tipo de instalación	Tensión nominal U _o /U (kV)	Sección nominal de los conductores (mm ²)	Intensidad. 3 unipolares (A)
Instalación enterrada	12-20	50	145
Instalación al aire	12-20	50	180

Tabla 13: Intensidades máximas admisibles para los conductores de 50mm² en servicio permanente para ambos tipos de instalación.

1.1.2.2. Intensidades máximas admisibles en cortocircuito

Al igual que antes, usamos la misma metodología que en el apartado anterior. Estos cálculos se han desarrollado suponiendo un aumento de temperatura de cortocircuito de 160 °C, si se quiere usar otro, hay que hacer uso del mismo factor de corrección que en el caso de los conductores de 240mm². Para estos conductores obtenemos los siguientes resultados:

Tipo de Aislamiento	Tensión (kV)	$\Delta\theta$ (K)	Duración del cortocircuito t (s)								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	160	298	211	172	133	94	77	66	59	54

Tabla 14: Intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores de 150 y 50 mm².

1.1.3. Cálculo de intensidades de cortocircuito máximas admisibles para las pantallas

Este cálculo es a título orientativo de las intensidades admisibles en las pantallas metálicas. en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Se corresponde a cable con las siguientes características:

- Cable con alambres no embebidos
- Cubierta exterior poliolefina (Z)
- Temperatura inicial pantalla: 70°C
- Temperatura final pantalla: 180°C.

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 21-193. aplicando el método indicado en la norma UNE 21-192.

Sección Pantalla (mm²)	Duración del cortocircuito(s)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	7.750	5.640	4.705	3.775	2.845	2.440	2.200	2.035	1.920

Tabla 15: Intensidades de cortocircuito máxima admisible en la pantalla de cobre (A)

1.1.4. Cálculo de intensidades dado el Centro de Transformación

1.1.4.1. Intensidad en el primario en régimen permanente

La intensidad primaria en un sistema trifásico de 15 KV está dada por la expresión:

$$I_p = P / \text{raiz}(3) * V_p$$

Siendo:

- P = Potencia en kVA.
- V_p = Tensión primaria en kV.
- I_p = Intensidad primaria en A

Luego, en este caso, sustituyendo valores, tendremos el trafo del centro de transformación:

$$I_p = 400 / \text{raiz}(3) * 15 = 14,40 \text{ A}$$

Valor inferior al que admite el cable 12/20 KV HEPRZ1 de 3(1x50)mm².

1.1.4.2. Intensidad en el secundario en régimen permanente

La intensidad secundaria en un sistema trifásico de 400V está dada por la expresión:

$$I_s = P / \text{raiz}(3) * V_s$$

Siendo:

- P = Potencia en kVA.
- V_s = Tensión secundaria en kV.
- I_s = Intensidad secundaria en A

Luego, en este caso sustituyendo valores tendremos:

$$I_s = 400 / \text{raiz}(3) * 0,4 = 577,4 \text{ A}$$

Al CGBT le viene 2 líneas de 4x240mm², así que esta intensidad es capaz admisible para el conductor elegido.

1.1.4.3. Intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de las magnitudes de intensidad que origina un cortocircuito se tendrá como base la potencia de cortocircuito en el punto de acometida al Centro de Transformación.

Para el cálculo del cortocircuito en baja tensión para ser más conservador y por lo tanto, obtener unos resultados seguros se realiza la hipótesis de una potencia de cortocircuito primaria infinita.

Para la realización del cálculo de la corriente de cortocircuito utilizamos las expresiones:

En el primario:

$$I_{ccp} = \frac{P}{V_s \sqrt{3}}$$

Siendo:

- P = Potencia en kVA.
- V_s = Tensión secundaria en kV.
- I_{ccp} = Intensidad primaria de la red en kA

$$I_{ccp} = \frac{500}{20\sqrt{3}} = 14.43 \text{ kA}$$

Luego en el secundario tenemos:

$$I_{ccs} = \frac{P}{V_{cc} \times V_s \sqrt{3}}$$

Siendo:

- P = Potencia de cortocircuito del trafo en kVA
- V_s = Tensión secundaria en el trafo
- V_{cc} = Tensión de cortocircuito del trafo
- I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito del trafo

$$I_{ccs} = \frac{400}{0.04 \times 0.400\sqrt{3}} = 14.43 \text{ kA}$$

1.1.4.3.1. Comprobación de estas intensidades

- **Comprobación por densidad de corriente**

La intensidad nominal de bucle es de 400 A. El conductor de cobre sumergido en fluido dieléctrico refrigerante tiene una sección de 150 mm² con lo que la densidad de corriente es de:

$$d = \frac{I}{S} = \frac{400}{150} = 2.66 \text{ A/mm}^2$$

- **Comprobación por sollicitación electrodinámica**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2.5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 36.1 \text{ kA}$$

- **Comprobación por sollicitación térmica**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatura por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito cuyo valor es:

$$I_{cc}(\text{ter}) = 14.43 \text{ kA}$$

1.1.5. Cálculo de las protecciones del transformador

La protección del transformador en alta tensión se realiza mediante la utilización de cortacircuitos fusibles. Los fusibles tienen un alto poder de corte frente a intensidades de cortocircuitos y la selección de los fusibles la realizaremos en base a los siguientes criterios:

- Permitir el paso continuado de la intensidad nominal requerida por la aplicación.
- Permitir el paso de la punta de intensidad que se produce en la conexión del transformador en vacío.
- Cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

De forma práctica la punta de intensidad que se produce en la conexión del transformador en vacío es de aproximadamente unas 2.5 veces la intensidad nominal del mismo.

Tensión red KV	Potencia del Centro de Transformación (KVA)									Tensión Asignada
	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	
11	25 A			40 A		63 A		100 A		24 KV
13,2										
15										
20	16 A									
30	16 A						32 A	40 A	36 KV	

De forma práctica la punta de intensidad que se produce en la conexión del transformador en vacío es de aproximadamente unas 2.5 veces la intensidad nominal del mismo. La intensidad nominal de los fusibles elegidos para 400 kVA a la tensión de servicio de 20 kV es 40 A.

1.1.6. Cálculo de la ventilación del Centro de Transformación

Para calcular el orificio de entrada de aire tomamos la expresión:

$$S = \frac{WCu + WFe}{0.24 \times K \times \sqrt{(h \times t^3)}}$$

Siendo:

- S = Superficie mínima (m²) del orificio de entrada de aire.
- WCu + WFe = Pérdidas totales de los trafos (kW)
- K = Coeficiente en función de la reja de entrada de aire.
- h = Distancia vertical entre el centro del orificio de salida de aire al centro del transformador.
- t = Diferencia de temperatura de entrada y salida en °C (entre 10-15° C).

No obstante se considera que el fabricante del Centro de Transformación ha hecho los ensayos pertinentes y ha dimensionado las rejillas del edificio prefabricado para que el transformador tenga una ventilación adecuada.

1.1.7. Cálculo de las instalaciones de puesta a Tierra

El cálculo que se ha empleado para el estudio de la instalación de tierras es el que la comisión de reglamentos de UNESA ha desarrollado el "Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de tercera categoría".

Cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de Alta Tensión se provoca una elevación del potencial del electrodo a través del cual circula la corriente de defecto. Asimismo al disiparse dicha corriente por tierra aparecerán en el terreno gradientes de potencial.

Al diseñarse los electrodos de puesta a tierra deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga actuar las protecciones asegurando la eliminación de la falta.
- Seguridad de las personas

Según la normativa MIE-RAT 13, la tensión máxima que puede soportar un ser humano entre las manos y los pies viene dada por la siguiente fórmula:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

- **Vca:** tensión aplicada (V)
- **t:** duración de la falta (s)
- **K y n** constantes función del tiempo de la falta:
 - $0.9 \geq t > 0.1s \rightarrow K = 72$ y $n = 1$
 - $3 \geq t > 0.9s \rightarrow K = 78.5$ y $n = 0.18$
 - $5 \geq t > 3s \rightarrow V_{ca} = 64V$
 - $t > 5s \rightarrow V_{ca} = 50V$

En base a suponer que la tensión máxima aplicada al cuerpo humano no supere el valor Vca para las tensiones de contacto (entre manos y pies). ni supere 10 veces dicho valor para las tensiones de paso (entre pies separados 1 m). los valores máximos admisibles de las tensiones de paso y contacto son los siguientes:

Tensión de paso (V) $V_{p_adm} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right)$

Tensión de contacto (V) $V_{c_adm} = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho}{1000} \right)$

Se tendrá que cumplir que los valores de las tensiones de paso y contacto calculadas para la instalación de puesta a tierra proyectada no superen los valores calculados según las fórmulas anteriores.

$$V_p < V_{padm}$$

$$V_c < V_{cadm}$$

En el caso de la tensión de paso puede suceder que la resistividad superficial del terreno sea distinta para cada pie. Esta situación es habitual en el acceso de los Centros de Transformación donde los pavimentos interior y exterior pueden ser de distinta composición.

1.1.7.1. Procedimiento de cálculo:

Las prescripciones generales que deben cumplir los electrodos de puesta a tierra para garantizar la seguridad de las personas y cosas se resumen en:

- **Limitación de la resistencia de puesta a tierra (R_t) de protección**

El valor máximo de R_t debe permitir que la intensidad de defecto (I_d) supere el valor mínimo de actuación de las protecciones y que la sobretensión que aparece en caso de anomalía ($V_d = R_t \times I_d$) no sea perjudicial para la instalación de baja tensión del Centro de Transformación.

- **Definición de una configuración geométrica del electrodo de puesta a tierra:**

Su diseño será tal que los gradientes de tensión que aparecen en el terreno en caso de defecto, no sean superiores a las tensiones que pueda soportar una persona que acceda simultáneamente, a puntos separados afectados por la anomalía.

Tal y como se indica en las fórmulas de Tensión de paso V_p y Tensión de contacto V_c , las tensiones máximas admisibles en una instalación son función de la resistividad superficial del terreno.

Para cumplir con las condiciones de seguridad requeridas se seguirá el procedimiento de cálculo indicado en apartado 2.1 de la MIE RAT 13:

1. Investigación de las características del terreno
2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo de eliminación del defecto
3. Diseño preliminar de la instalación de tierra
4. Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra
5. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación
6. Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación
7. Cálculo de que las tensiones de paso y contacto calculadas en 5) y 6) sean inferiores a los valores máximos admisibles definidos por los valores de V_p y V_c
8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior. Separación entre los electrodos de tierra de protección (masas) y de servicio (neutro BT)
9. Corrección y ajuste del diseño inicial

Características iniciales:

- **Tensión considerada:** 20 kV
- **Duración de la falta:** Relé a tiempo independiente con $t' = 0.7$ seg
- **Intensidad de arranque:** $I_a = 100$ A
- **Intensidad de defecto máxima admisible:** $I_{dm} = 250$ A
- **$V_{bt} = 8$ kV**

Características del terreno:

- **Resistividad del terreno:** $\rho = 100 \Omega \cdot m$
- **Resistividad del hormigón en el acceso:** $\rho_h = 3.000 \Omega m$

- **1) Investigación de las características del terreno**

Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA, el apartado 4.1 de la MIE-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o de medirla.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en $100 \Omega \cdot m$.

- **2) Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto**

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora IBERDROLA el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 0.5 s.

Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT I3 en el tiempo de defecto proporcionado por la Cía. son:

- **K= 72**
- **n= 1**

Tiempos máximos de eliminación del defecto: Cuando se produce un defecto a tierra, éste se elimina durante la apertura de un elemento de corte que actúa por la orden que le transmite un dispositivo que controla la intensidad de defecto.

A efectos de determinar el tiempo máximo de eliminación de la corriente de defecto a tierra el elemento de corte será un interruptor cuya desconexión estará controlada por un relé que establezca su tiempo de apertura. Los tiempos de apertura del interruptor incluido el de extinción de arco, se considerarán incluidos en el tiempo de actuación del relé y que pueden actuar en un tiempo fijo (tiempo relé a tiempo independiente) o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente). Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0.5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura valores que como los otros deben ser indicados por la compañía eléctrica. Según los datos proporcionados por la compañía suministradora se tiene:

- **Intensidad de defecto máxima admisible:** $I_{dm} = 250 \text{ A}$
- **Intensidad de arranque de las protecciones:** $I_a = 100 \text{ A}$
- **Duración de la falta:** $t' = 0.5 \text{ seg}$

Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT I3 en el tiempo de defecto proporcionado por la Cía. son:

- **K= 72 y n= 1**
- **Id = Idm = 250 A**
- **3) Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

- **4) Cálculo de la resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del Centro de Transformación (Rt) e intensidad de defecto (Id)**

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (Rt). la intensidad y tensión de defecto ($I_d \cdot R_t = V_d$). se utilizan las siguientes fórmulas:

Resistencia del sistema de puesta a tierra. R_t :

$$R_t = K_r \times \rho [\Omega]$$

Intensidad de defecto. I_d :

$$I_d = I_{dm} [A]$$

Tensión de defecto:

$$V_d = R_t \times I_d [V]$$

El electrodo seleccionado para nuestro caso tiene las siguientes propiedades:

Electrodo del Centro de Seccionamiento:

· Configuración seleccionada:	20-20/5/42
· Geometría del sistema:	Anillo
· Distancia de la red:	2.0x2.0 m
· Profundidad del electrodo	0.5 m
· Número de picas:	cuatro
· Longitud de las picas:	2 metros

Tabla 16: Características del electrodo del Centro de Seccionamiento

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- **Parámetro de la resistencia:** $K_r (\Omega / \Omega \cdot m) = 0.135$
- **Parámetro de la tensión de paso:** $K_p (\Omega / \Omega \cdot m) = 0.0335$
- **Parámetro de la tensión de contacto:** $K_c = 0.0723$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores se tiene:

$$R_t = K_r \times \rho = 0.135 \times 100 = 13.5 \Omega$$

$$I_d = I_{dm} = 250 A$$

$$V_d = 13.5 \times 250 = 3375 V$$

Electrodo del Centro de Transformación:

·	Configuración seleccionada:	70-45/5/42
·	Geometría del sistema:	Anillo
·	Distancia de la red:	7.0x4.5 m
·	Profundidad del electrodo	0.5 m
·	Número de picas:	cuatro
·	Longitud de las picas:	2 metros

Tabla 17: Características del electrodo del Centro de Transformación

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- **Parámetro característico de la resistencia:** $K_r (\Omega / \Omega \cdot m) = 0.076$
- **Parámetro característico de la tensión de paso:** $K_p (\Omega / \Omega \cdot m) = 0.0165$
- **Parámetro característico de la tensión de contacto:** $K_c = 0.0362$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores se tiene:

$$R_t = K_r \times \rho = 0.076 \times 100 = 7.6 \Omega$$

$$I_d = I_{dm} = 250 A$$

$$V_d = 7.6 \times 250 = 1900 V$$

- **5) Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación**

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Centro de Transformación no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras. Así, con estas medidas de seguridad no será necesario calcular la tensión de contacto en el exterior ya que ésta será prácticamente cero.

Por otra parte la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

Tensión de paso para el Centro de Seccionamiento:

$$Vp = Kp \times \rho \times Id = 0.0335 \times 100 \times 250 = 837.50 V$$

Tensión de paso para el Centro de Transformación:

$$Vp = Kp \times \rho \times Id = 0.0165 \times 100 \times 250 = 412.50 V$$

- **6) Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación**

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón. Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión de forma eventual estará sobre una superficie equipotencial con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que éstas serán prácticamente cero.

Así mismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de defecto:

Tensión de paso para el Centro de Seccionamiento:

$$Vp(acc) = Vd = Rt \times Id = 13.5 \times 250 = 3375 V$$

Tensión de paso para el Centro de Transformación:

$$Vp(acc) = Vd = Rt \times Id = 7.6 \times 250 = 1900 V$$

- **7) Cálculo de que las tensiones de paso y contacto calculadas sean inferiores a los valores máximos admisibles definidos por los valores de Vp y Vc**

Para la obtención de valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso se utilizan las expresiones: indicadas en la prescripciones generales. al principio de este mismo apartado.

Para la obtención de valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las expresiones: indicadas en las prescripciones generales, al principio de este mismo apartado. A modo de recordatorio:

- $V_{padm} = 1645,7 \text{ V}$
- $V_{p(acc)adm} = 10594,2 \text{ V}$

A modo de resumen:

Para el Centro de Seccionamiento:

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Seguridad de las personas			
Tensión de paso en el exterior	Vp = 837,5 V	<	Vpadm = 1.645,7 V
Tensión de paso en el acceso	Vp(acc) = 3.375 V	<	Vp(acc)adm=10.594,2 V
Tensiones de contacto y de paso en el interior	Nula		
Protección del material			
Tensión de defecto	Vd = 3.375 V	<	Vbt = 8.000 V
Limitación de la corriente de defecto			
Intensidad de arranque de las protecciones	Id = 250 A	>	Ia = 100 A

Tabla 18: Características eléctricas del cálculo de la Red de Tierras para Centro de Seccionamiento

Para el Centro de Transformación:

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Seguridad de las personas			
Tensión de paso en el exterior	Vp = 412,5 V	<	Vpadm = 1.645,7 V
Tensión de paso en el acceso	Vp(acc) = 1.900 V	<	Vp(acc)adm=10.594,2 V
Tensiones de contacto y	Nula		
Protección del material			
Tensión de defecto	Vd = 1.900 V	<	Vbt = 8.000 V
Limitación de la corriente de defecto			
Intensidad de arranque	Id = 250 A	>	Ia = 100 A

Tabla 19: Características eléctricas del cálculo de la Red de Tierras para Centro de Transformación

- 8) Investigación de las tensiones transferibles al exterior**

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación. al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \times I_d'}{2000\pi}$$

Donde:

- R_o = Resistividad del terreno [Ωm]
- I_d' = Intensidad de defecto [A]
- D = Distancia mínima de separación [m]

Para este centro de transformación:

$$D = \frac{100 \times 250}{2000\pi} = 3.97 \text{ m}$$

Por lo que $D \geq 4 \text{ m}$

Comprobación de la resistencia de la puesta a tierra de servicio

Una vez conectada la red de puesta a tierra de servicio al neutro de la red de BT. el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37Ω .

Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación interior protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA. no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a:

$$37 \times 0.650 = 24 V$$

El electrodo seleccionado para nuestro caso tiene las siguientes propiedades:

Código de configuración de	5/32
Geometría:	Picas en hilera unidas por un conductor
Profundidad del electrodo:	0.5 m
Número de picas:	3
Longitud de las picas	2 m
Separación entre picas:	3 m
Sección del conductor:	50 mm ²
Diámetro de las picas:	14 mm

Tabla 20: Características del electrodo de Puesta a Tierra seleccionado para el proyecto

Los parámetros característicos de este electrodo son:

- **Parámetro característico de la resistencia:** $K_r (\Omega / \Omega \cdot m) = 0.135$
- **Parámetro característico de la tensión de paso:** $K_p (\Omega / \Omega m) = 0.0252$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores se tiene:

$$R_{tneutro} = K_{rneutro} \times \rho = 0.135 \times 100 = 13.5 \Omega < 37 \Omega$$

• 9) Corrección y ajuste del diseño

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado no se considera necesario la corrección del sistema proyectado.

No obstante se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas. es decir atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA con valores de "Kr" inferiores a los calculados sin necesidad de repetir los cálculos independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento geometría de la red de tierra de protección dimensiones, número de picas o longitud de éstas ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

En el caso que las mediciones de tierra resulten elevadas se deberá escoger otra variante de electrodo. o también pueden aplicarse otras medidas tales como disponer pavimentos suficientes aislantes o establecer conexiones equipotenciales.

1.2. Cálculos de BT

Para el cálculo de las líneas eléctricas se parte de las siguientes ecuaciones:

Caso de circuitos trifásicos:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi$$

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot \delta \cdot \frac{L}{S} \cdot I \cdot \cos\varphi$$

Caso de circuitos monofásicos:

$$P = V \cdot I$$

$$\Delta U = \delta \cdot \frac{2L}{S} \cdot I$$

En donde se tiene que:

- P =Potencia [W]
- U =Tensión de servicio [V]
- I =Intensidad [A]
- $\cos\varphi$ = Factor de potencia
- ΔV = Caída de tensión [V]
- δ = Resistividad =
 - 1/56 Ohmios x mm²/m para los conductores de cobre (Cu)
 - 1/35 Ohmios x mm²/m para los conductores de aluminio (Al)
- L = Longitud [m]
- S = Sección [mm²]

Luego, la propiedad proporciona las necesidades de potencia aproximadamente para cada cuadro:

POTENCIA SOLICITADA	
CUADRO	POT. TOTAL (VA)
CS SOTANO 3	2.000
CS GARAJE	19.000
CS SOTANO 1	20.000
CS COCINA	39.000
CS PLANTA BAJA	28.000
CS PLANTA PRIMERA	75.000
CS PLANTA TERCERA	85.000
CS PLANTA ATICO	21.000
CS CASETONES	24.000
CS EXTERIOR FASE 1	2.000
C FUERZA SAI	3.000
C URBANIZACIÓN	4.000
C ACS	1.000
CS RITI	2.000
CS MONTAPLATOS	2.000
CS ASCENSOR	5.000
CS FONTANERIA	10.000
CS PCI	9.000
CS PISCINA	5.000
CS CALD	13.000
CS C EXTERIOR FASE 2	53.000
SUMA TOTAL	391.000

Tabla 21: Potencia estimada que se solicitará desde cada cuadro

CALCULO DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

DISTRIBUCIÓN BAJA TENSIÓN

COS FI:	0,85
FI:	0,555
SEN FI:	0,52678
TAN FI:	0,61974

1.000

05/03/2013

Desde	Hasta	POT sim KVA	coef	POT SIM (KVA)	POT sim W	U2 (Vol) 400 230	Cable Cu Al	ipo Cab TE TP	N (Nº c.)	S (mm2)	Re (W/Km) a 20º C	Xa (W/Km)	L (m)	Colum tabla lad	Coef. Agrup.	Modo Inst	I Admis. (Amp.)	I2 Instal. (Amp.)	Proteccion PROPUESTA	Icca (KA)	e parcial %	e total %	Seccion
ENTRADAS CUADRO C.G.B.T.																							
TRAFO	CGBT	400,00	1	400,0	340.000	400	Cu	TE	2	240	0,0801	0,090	100,00	11	0,90	F	882	577,4	4X630	9,67	1,07%	1,07%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(2x1x240) mm2 +T
GRUPO ELECTRO	CGBT	150,00	1	150,0	127.500	400	Cu	TE	3	150	0,1280	0,093	100,00	11	0,90	F	326,7	216,5	4X250	14,52	1,22%	1,22%	Cu SZ1 0,6/1 KV 4(1x1x150) mm2 +T
SALIDAS CUADRO C.G.B.T.																							
BARRA COMÚN: RED-GRUPO																							
CG.B.T.	BATERIA DE CONDENSADORES	125,00	1,5	187,5	159.375	400	Cu	TE	1	150	0,1290	0,093	10	11	0,75	F	272,25	270,6	3x250A	9,15	0,17%	1,24%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x150) mm2 +T
CG.B.T.	CS SOTANO 3 RN	7,39	1	7,4	6.282	400	Cu	TE	1	4	4,9500	0,143	60	11	0,75	F	28,5	10,7	4X25 A	0,75	1,17%	2,24%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x4) mm2 +T
CG.B.T.	CS SOTANO 3 RG	1,55	1	1,5	1.315	400	Cu	TE	1	4	4,9500	0,143	60	11	0,75	F	28,5	2,2	4X25 A	0,75	0,24%	1,31%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x4) mm2 +T
CG.B.T.	CS MANTENIMIENTO RN	14,04	1	14,0	11.932	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	21	11	0,75	F	36,75	20,3	4X32 A	2,81	0,53%	1,60%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	CS MANTENIMIENTO RG	4,10	1	4,1	3.489	400	Cu	TE	1	4	4,9500	0,143	21	11	0,75	F	28,5	5,9	4X25 A	2,00	0,22%	1,29%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x4) mm2 +T
CG.B.T.	CS GARAJE SOTANO 2	7,27	1	7,3	6.178	400	Cu	TE	1	4	4,9500	0,143	20	11	0,75	F	28,5	10,5	4X25 A	2,08	0,38%	1,45%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x4) mm2 +T
CG.B.T.	CS GARAJE SOTANO 2 RG	4,43	1	4,4	3.765	400	Cu	TE	1	4	4,9500	0,143	20	11	0,75	F	28,5	6,4	4X25 A	2,08	0,23%	1,30%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x4) mm2 +T
CG.B.T.	CS SOTANO 1	13,97	1	14,0	11.875	400	Cu	TE	1	10	1,9100	0,119	45	11	0,75	F	51	20,2	4X40 A	2,34	0,67%	1,74%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x10) mm2 +T
CG.B.T.	CS SOTANO 1 RG	15,75	1	15,8	13.388	400	Cu	TE	1	10	1,9100	0,119	45	11	0,75	F	51	22,7	4X40 A	2,34	0,76%	1,83%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x10) mm2 +T
CG.B.T.	CS COCINA	34,71	1	34,7	29.505	400	Cu	TE	1	50	0,3860	0,101	68	11	0,75	F	131,25	50,1	4X125 A	5,06	0,50%	1,57%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x50) mm2 +T
CG.B.T.	CS COCINA	32,80	1	32,8	27.883	400	Cu	TE	1	16	1,2100	0,112	68	11	0,75	F	68,25	47,3	4X63 A	2,41	1,56%	2,63%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x16) mm2 +T
CG.B.T.	CS PLANTA BAJA	24,22	1	24,2	20.589	400	Cu	TE	1	16	1,2100	0,112	47	11	0,75	F	68,25	35,0	4X63 A	3,24	0,77%	1,84%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x16) mm2 +T
CG.B.T.	CS PLANTA BAJA RG	10,94	1	10,9	9.298	400	Cu	TE	1	10	1,9100	0,119	47	11	0,75	F	51	15,8	4X40 A	2,25	0,54%	1,61%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x10) mm2 +T
CG.B.T.	CS PLANTA PRIMERA	33,42	1	33,4	28.409	400	Cu	TE	1	25	0,7800	0,106	50	11	0,75	F	87	48,2	4X63 A	4,18	0,73%	1,80%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x25) mm2 +T
CG.B.T.	CS PLANTA PRIMERA RG	13,99	1	14,0	11.894	400	Cu	TE	1	10	1,9100	0,119	50	11	0,75	F	51	20,2	4X40 A	2,14	0,74%	1,81%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x10) mm2 +T
CG.B.T.	CS PLANTA TERCERA	83,49	1	83,5	70.965	400	Cu	TE	1	95	0,2060	0,096	92	11	0,75	F	203,25	120,5	4X160 A	5,54	0,89%	1,96%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x95) mm2 +T
CG.B.T.	CS PLANTA TERCERA RG	10,29	1	10,3	8.746	400	Cu	TE	1	10	1,9100	0,119	92	11	0,75	F	51	14,9	4X40 A	1,23	0,99%	2,06%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x10) mm2 +T
CG.B.T.	CS PLANTA ATICO	10,13	1	10,1	8.613	400	Cu	TE	1	10	1,9100	0,119	87	11	0,75	F	51	14,6	4X40 A	1,30	0,92%	1,99%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x10) mm2 +T
CG.B.T.	CS PLANTA ATICO RG	4,31	1	4,3	3.661	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	87	11	0,75	F	36,75	6,2	4X32 A	0,78	0,65%	1,72%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	CS CASETONES	18,53	1	18,5	15.751	400	Cu	TE	1	16	1,2100	0,112	98	11	0,75	F	68,25	26,7	4X40 A	1,75	1,20%	2,27%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x16) mm2 +T
CG.B.T.	CS CASETONES RG		1			400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	98	11	0,75	F	36,75		4X32 A	0,69		1,07%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	C FUERZA SAI	10,00	1	10,0	8.500	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	10	11	0,75	F	36,75	14,4	4X25 A	4,80	0,18%	1,25%	Cu SZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	CS MONTAPLATOS	5,00	1	5,0	4.250	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	92	11	0,75	F	36,75	7,2	4X25 A	0,73	0,80%	1,87%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	CS ASCENSOR	11,00	1	11,0	9.350	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	80	11	0,75	F	36,75	15,9	4X25 A	0,84	1,56%	2,63%	Cu SZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	CS FONTANERIA	11,31	1	11,3	9.615	400	Cu	TE	1	10	1,9100	0,119	22	11	0,75	F	51	16,3	4X40 A	4,08	0,26%	1,33%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x10) mm2 +T
CG.B.T.	CS PCI	24,34	1	24,3	20.685	400	Cu	TE	1	10	1,9100	0,119	18	11	0,75	F	51	35,1	4X40 A	4,65	0,49%	1,56%	Cu SZ1 0,6/1 KV 4(1x1x10) mm2 +T
CG.B.T.	CUADRO FUERZA PISCINA	13,06	1	13,1	11.100	400	Cu	TE	1	10	1,9100	0,119	51	11	0,75	F	51	18,8	4X40 A	2,10	0,70%	1,77%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x10) mm2 +T
CG.B.T.	CS CALD	18,24	1	18,2	15.500	400	Cu	TE	1	25	0,7800	0,106	80	11	0,75	F	87	26,3	4X63 A	2,97	0,61%	1,68%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x25) mm2 +T
CG.B.T.	CS C EXT F1	2,50	1	2,5	2.125	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	80	11	0,75	F	36,75	3,6	4X25 A	0,84	0,34%	1,41%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	CS C EXT F1 RG	6,50	1	6,5	5.525	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	80	11	0,75	F	36,75	9,4	4X25 A	0,84	0,90%	1,97%	Cu SZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	CS C EXT F2	83,25	1	83,2	70.760	400	Cu	TE	1	95	0,2060	0,096	98	11	0,75	F	203,25	120,2	4X160 A	5,38	0,94%	2,01%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x95) mm2 +T
CG.B.T.	CS C EXT F2 RG	8,25	1	8,3	7.013	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	98	11	0,75	F	36,75	11,9	4X25 A	0,69	1,42%	2,49%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	CS RITI	1,50	1	1,5	1.275	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	30	11	0,75	F	36,75	2,2	4X25 A	2,08	0,08%	1,15%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
CG.B.T.	CS RITS	1,50	1	1,5	1.275	400	Cu	TE	1	6	3,3000	0,135	86	11	0,75	F	36,75	2,2	4X25 A	0,78	0,22%	1,29%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x6) mm2 +T
SAI	CS CMA		1	5,0	4.250	230	Cu	TE	3	6	3,3000	0,135	70	11	0,75	F	36,75	21,7	4X25 A	0,95	3,87%	4,94%	Cu SZ1 0,6/1 KV 2(1x1x6) mm2 +T
	C G ANTIGUO COLEGIO	75,00	1	75,0	75.000	400	Al	TE	1	80	0,4430	0,097	70	11	0,75	F	127,5	108,3	4X125 A	4,68	1,46%	2,53%	Cu RZ1 0,6/1 KV 4(1x1x80) mm2 +T

12/03/2014

1

1.3. Cálculos iluminación convencional

La iluminación de todas las zonas del colegio deberá adaptarse a la actividad que se desarrolle en cada área. Siempre se tendrá en cuenta las características de las instalaciones interiores, que se seguirá los preceptos indicados por las secciones, en concreto en las secciones SU4 (Seguridad frente al riesgo derivado de una iluminación inadecuada) y HE3 (eficiencia energética en instalaciones de iluminación) en el Código Técnico de la Edificación

Para encontrar el número de luminarias suficientes para satisfacer óptimamente la actividad se ha utilizado el programa de cálculo Dialux 4.8, y se plasman los resultados en una Hoja específica de la compañía instaladora (FCC Industrial).

Las referencias a tener en cuenta para definir la instalación serán:

- Actividad a realizar en cada local.
- Método del plan de mantenimiento.
- Dimensiones del local.
- Grado de reflexión de techo, paredes y suelo.
- Situación de puertas y ventanas.
- Orientación de la sala con el Norte.
- Condiciones ambientales interiores del local.
- Altura del plan de trabajo.

Correspondiendo al tipo de actividad que se llevará a cabo en el local se debe asegurar suficientes niveles de iluminación, un contraste adecuado en la tarea, ausencia de deslumbramientos y un cierto grado de confort visual.

El plan de mantenimiento se rige con el tipo de seguimiento que tienen las luminarias de ser mantenidas en condiciones óptimas de limpieza. Por defecto, el factor de degradación se optará por ser de 0,8 que corresponde a un lugar muy limpio bajo tiempo de utilización anual.

Para los cálculos, se emplearán unos tonos de color claro y estandarizado de techo, paredes y suelo:

- 70% para techo
- 50% para paredes
- 20% para suelo

Como norma general la altura donde se realice el trabajo o tarea a realizar será de 0,85 m del suelo, excepto en las aulas, que se ha bajado la altura a 0,50 m del suelo ya que es más baja la altura de trabajo.

En el gimnasio, se tendrá en cuenta la una buena uniformidad que evite problemas de adaptación para jugadores y espectadores. Se trata de la relación entre la iluminación máxima y la mínima, o bien, la relación entre la mínima y la media. La uniformidad ha de ser mínimo del 40%, y el grado de deslumbramiento o UGR, ha de estar entre los valores de 0 y 21 evitar molestias.

El Código Técnico de la Edificación determina unos valores máximos de eficiencia energética de una instalación dependiendo de la zona. El valor de eficiencia energética de la instalación viene dada por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Donde:

- **VEEI**: valor de eficiencia energética de la instalación [W/m2]
- **P**: potencia de la lámpara incluyendo el equipo auxiliar [W]
- **S**: superficie [m2]
- **Em**: iluminancia media mantenida [lux]

Se ha considerado que la actividad es de Grupo 1 ya que el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética es lo más importante en esta instalación.

La iluminancia media en el plano de trabajo se hallará mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{N \cdot NI \cdot \Phi \cdot Fu \cdot Fm}{S}$$

0

0Donde:

- **E**: Iluminancia [Lux]
- **N**: número de lámparas
- **NI**: nº de luminarias en las lámparas
- **Φ**: flujo luminaria [lúmens]
- **Fu**: factor de utilización
- **Fm**: factor de mantenimiento
- **S**: superficie [m2]

El factor de utilización se consigue a partir del índice del local y de los índices de reflexión del mismo. Los sistemas de control y regulación de las instalaciones de iluminación del presente proyecto dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control. Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control.

En esta memoria se tendrá en cuenta los niveles de iluminación media adecuados para cada tipo de dependencia y la máxima eficiencia energética que nos permite el Código Técnico de la Edificación para que no se produzca un consumo de luz excesivo.

Aula. Planta Tercera



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[*]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	5.22x9.62	Plano	RGB=255,255,255	50%	88	14.04
Pared 4	2.72x5.22	-90°	RGB=255,249,128	30%	214	20.42
Pared 3	2.72x9.62	-180°	RGB=255,249,128	30%	188	17.93
Pared 2	2.72x5.22	90°	RGB=255,249,128	30%	219	20.88
Pared 1	2.72x9.62	0°	RGB=255,249,128	30%	188	17.93
Suelo	9.62x5.22	Plano	RGB=205,153,95	20%	606	38.61

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 9.40x5.00x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.22 - Y 0.22 - Z 0.22

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	47.00 m²
Iluminancia Media	709.21 lx
Potencia Específica	14.81 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.09 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	47.89 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	696.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	709 lux	215 lux	1125 lux	0.30	0.19	0.63
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	606 lux	275 lux	904 lux	0.45	0.30	0.67

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

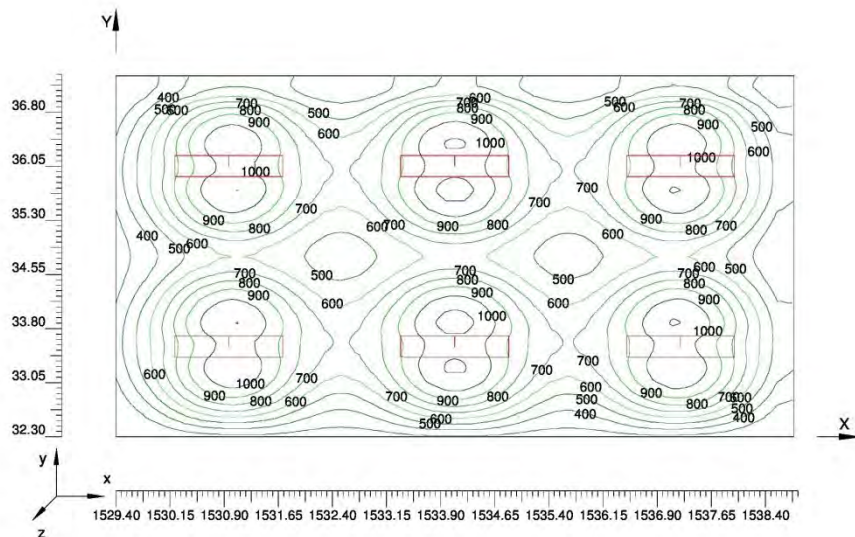
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1529.40 y:32.30 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.22 DY:0.22	Iluminancia Horizontal (E)	709 lux	215 lux	1125 lux	0.30	0.19	0.63

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/75



Aula 1. Planta Primera



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	10.76x7.16	Plano	RGB=255,255,255	50%	71	11.24
Pared 4	2.76x5.65	-79°	RGB=255,249,128	30%	187	17.82
Pared 3	2.76x9.99	-171°	RGB=255,249,128	30%	165	15.78
Pared 2	2.76x5.44	100°	RGB=255,249,128	30%	197	18.78
Pared 1	2.76x9.93	11°	RGB=255,249,128	30%	183	17.47
Suelo	10.76x7.16	Plano	RGB=205,153,95	20%	550	35.00

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 10.50x6.90x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.26 - Y 0.26 - Z 0.26

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	51.27 m²
Illuminancia Media	632.92 lx
Potencia Específica	13.57 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.14 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	46.63 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	696.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Illuminancia Horizontal (E)	633 lux	138 lux	1112 lux	0.22	0.12	0.57
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	550 lux	196 lux	821 lux	0.36	0.24	0.67

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

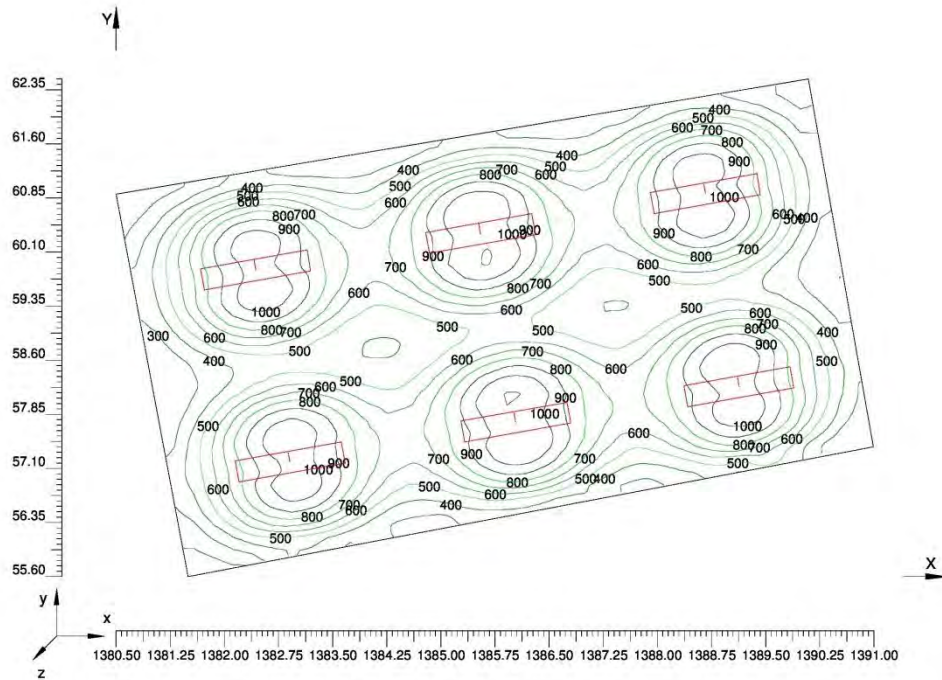
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1380.50 y:55.60 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.26 DY:0.26	Iluminancia Horizontal (E)	633 lux	138 lux	1112 lux	0.22	0.12	0.57

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/75



Aula 2. Planta Primera



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Área/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	5.16x12.26	Plano	RGB=255,255,255	50%	61	9.64
Pared 8	2.76x4.26	-90°	RGB=255,249,128	30%	123	11.70
Pared 7	2.76x1.86	-180°	RGB=255,249,128	30%	26	2.46
Pared 6	2.76x0.96	90°	RGB=255,249,128	30%	12	1.13
Pared 5	2.76x3.86	-180°	RGB=255,249,128	30%	67	6.40
Pared 4	2.76x1.86	-90°	RGB=255,249,128	30%	208	19.88
Pared 3	2.76x7.06	-180°	RGB=255,249,128	30%	196	18.74
Pared 2	2.76x5.16	90°	RGB=255,249,128	30%	186	17.71
Pared 1	2.76x12.26	0°	RGB=255,249,128	30%	155	14.76
Suelo	12.26x5.16	Plano	RGB=205,153,95	20%	436	27.78

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Área/Local [m]: 12.00x4.90x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.26 - Y 0.26 - Z 0.26

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	51.60 m²
Illuminancia Media	520.12 lx
Potencia Específica	11.24 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.16 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	46.27 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	580.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Illuminancia Horizontal (E)	520 lux	15 lux	1077 lux	0.03	0.01	0.48
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	436 lux	33 lux	736 lux	0.07	0.04	0.59

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

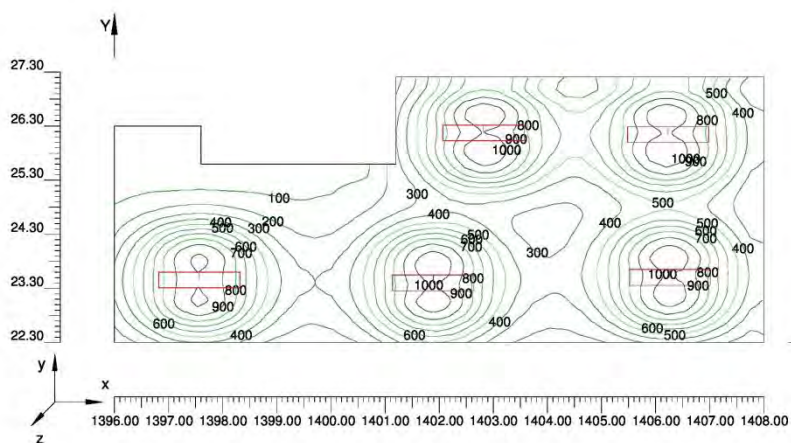
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1396.00 y:22.30 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
DX:0.26 DY:0.26	Iluminancia Horizontal (E)	520 lux	15 lux	1077 lux	0.03	0.01	0.48

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/100



Director. Planta Baja



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	2.92x4.82	Plano	RGB=255,255,255	50%	70	11.21
Pared 4	2.62x2.92	-90°	RGB=255,249,128	30%	156	14.89
Pared 3	2.62x4.82	-180°	RGB=255,249,128	30%	241	23.05
Pared 2	2.62x2.92	90°	RGB=255,249,128	30%	161	15.42
Pared 1	2.62x4.82	0°	RGB=255,249,128	30%	240	22.93
Suelo	4.82x2.92	Plano	RGB=205,153,95	20%	529	33.69

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 4.70x2.80x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.12 - Y 0.12 - Z 0.12

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	13.16 m²
Iluminancia Media	700.68 lx
Potencia Específica	17.63 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.52 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	39.75 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	232.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	701 lux	179 lux	1124 lux	0.26	0.16	0.62
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	529 lux	246 lux	877 lux	0.47	0.28	0.60

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

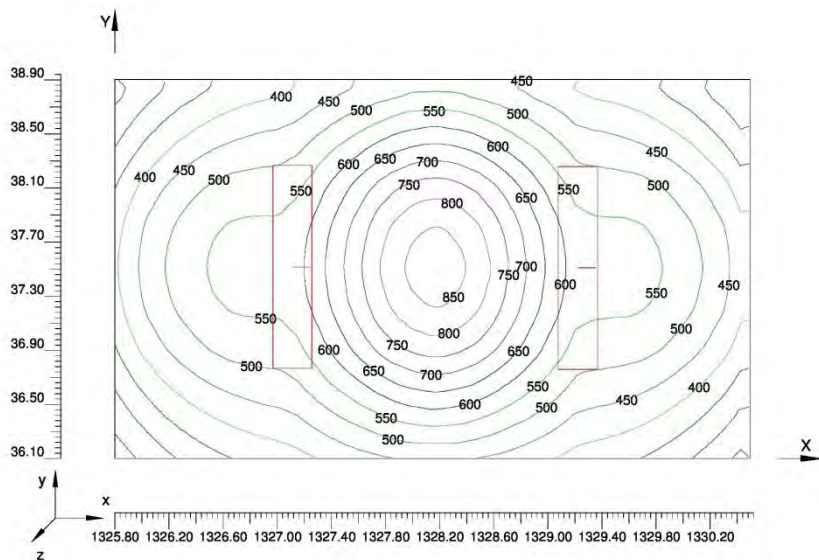
4.2 Curvas Isolux sobre:Suelo_1

O (x:1325.80 y:36.10 z:0.00)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.12 DY:0.12	Iluminancia Horizontal (E)	529 lux	246 lux	877 lux	0.47	0.28	0.60

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/40



Pasillo. Planta Sótano



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	7.99x12.59	Plano	RGB=255,255,255	50%	13	2.02
Pared 6	2.79x10.84	-80°	RGB=255,249,128	30%	95	9.04
Pared 5	2.79x4.15	10°	RGB=255,249,128	30%	79	7.56
Pared 4	2.79x1.94	-76°	RGB=255,249,128	30%	63	6.00
Pared 3	2.79x5.98	-170°	RGB=255,249,128	30%	90	8.59
Pared 2	2.79x12.47	100°	RGB=255,249,128	30%	94	8.94
Pared 1	2.79x2.02	10°	RGB=255,249,128	30%	105	10.05
Suelo	7.99x12.59	Plano	RGB=205,153,95	20%	111	7.07

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 7.70x12.30x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.29 - Y 0.29 - Z 0.29

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	27.30 m²
Illuminancia Media	160.10 lx
Potencia Especifica	8.57 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	5.35 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	18.68 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	234.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Illuminancia Horizontal (E)	160 lux	49 lux	231 lux	0.30	0.21	0.69
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	111 lux	41 lux	144 lux	0.37	0.29	0.77

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

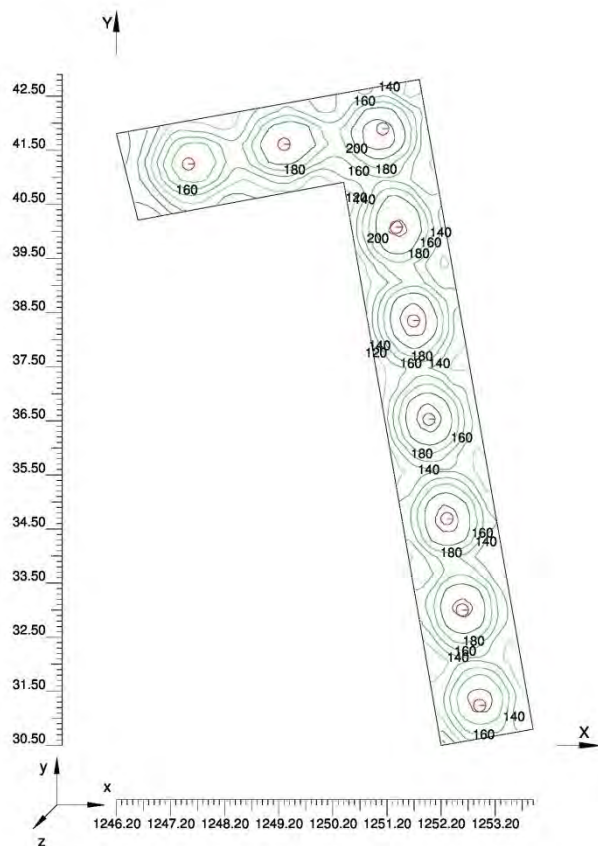
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1246.20 y:30.50 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.29 DY:0.29	Iluminancia Horizontal (E)	160 lux	49 lux	231 lux	0.30	0.21	0.69

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/100



Pasillo. Planta Ático



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	10.45x7.45	Plano	RGB=255,255,255	50%	47	7.48
Pared 7	2.50x3.02	-77°	RGB=255,249,128	30%	197	18.82
Pared 6	2.50x10.45	-180°	RGB=255,249,128	30%	197	18.79
Pared 5	2.50x7.45	90°	RGB=255,249,128	30%	172	16.44
Pared 4	2.50x2.15	0°	RGB=255,249,128	30%	173	16.56
Pared 3	2.50x5.05	-90°	RGB=255,249,128	30%	188	17.91
Pared 2	2.50x6.55	0°	RGB=255,249,128	30%	162	15.47
Pared 1	2.50x1.68	12°	RGB=255,249,128	30%	279	26.69
Suelo	10.45x7.45	Plano	RGB=205,153,95	20%	398	25.35

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 10.20x7.20x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.25 - Y 0.25 - Z 0.25

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	33.18 m²
Iluminancia Media	537.10 lx
Potencia Especifica	13.98 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.60 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	38.41 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	464.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	537 lux	86 lux	1048 lux	0.16	0.08	0.51
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	398 lux	196 lux	541 lux	0.49	0.36	0.74

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

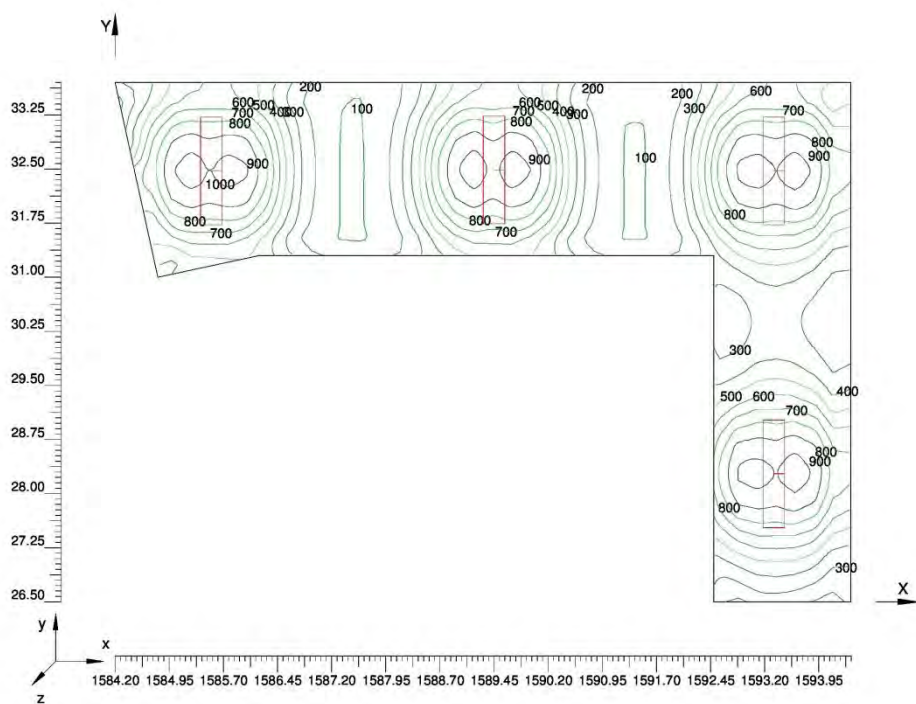
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1584.20 y:26.50 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.25 DY:0.25	Iluminancia Horizontal (E)	537 lux	86 lux	1048 lux	0.16	0.08	0.51

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/75



Pasillo distribuido. Planta Sótano



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	9.42x24.62	Plano	RGB=255,255,255	50%	30	4.73
Pared 14	3.02x19.61	-80°	RGB=255,249,128	30%	170	16.22
Pared 13	3.02x2.46	12°	RGB=255,249,128	30%	111	10.58
Pared 12	3.02x5.48	-81°	RGB=255,249,128	30%	171	16.35
Pared 11	3.02x5.19	-170°	RGB=255,249,128	30%	179	17.12
Pared 10	3.02x2.36	103°	RGB=255,249,128	30%	89	8.48
Pared 9	3.02x1.33	7°	RGB=255,249,128	30%	58	5.51
Pared 8	3.02x7.01	100°	RGB=255,249,128	30%	179	17.10
Pared 7	3.02x1.33	-173°	RGB=255,249,128	30%	79	7.58
Pared 6	3.02x4.48	100°	RGB=255,249,128	30%	76	7.22
Pared 5	3.02x1.44	13°	RGB=255,249,128	30%	65	6.17
Pared 4	3.02x10.17	100°	RGB=255,249,128	30%	184	17.57
Pared 3	3.02x1.32	-180°	RGB=255,249,128	30%	105	10.05
Pared 2	3.02x2.39	106°	RGB=255,249,128	30%	79	7.57
Pared 1	3.02x3.46	10°	RGB=255,249,128	30%	245	23.44
Suelo	9.42x24.62	Plano	RGB=205,153,95	20%	402	25.59

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 8.90x24.10x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.52 - Y 0.52 - Z 0.52

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	63.90 m2
Iluminancia Media	515.28 lx
Potencia Especifica	12.71 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.47 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	40.55 (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	812.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	515 lux	13 lux	1076 lux	0.02	0.01	0.48
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	402 lux	15 lux	778 lux	0.04	0.02	0.52

Tipo Cálculo Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

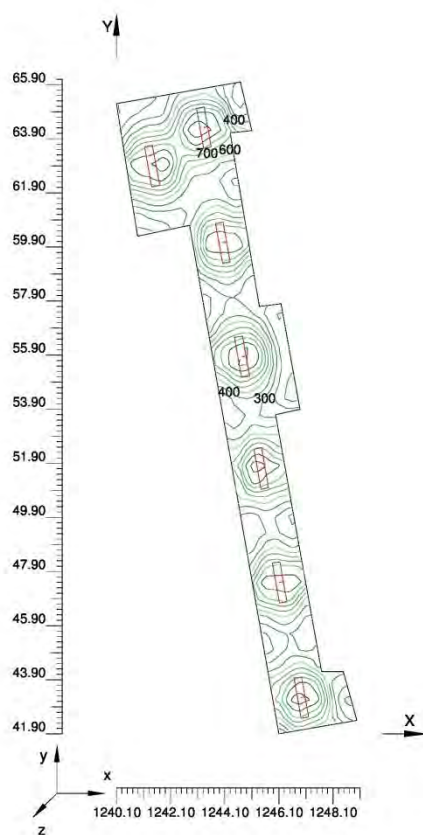
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1240.10 y:41.90 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.52 DY:0.52	Iluminancia Horizontal (E)	517 lux	55 lux	1076 lux	0.11	0.05	0.48

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/200



Pasillo distribuidor. Planta Primera



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	37.04x21.94	Plano	RGB=255,255,255	50%	20	3.18
Pared 20	3.34x5.74	-90°	RGB=255,249,128	30%	263	25.16
Pared 19	3.34x8.44	0°	RGB=255,249,128	30%	224	21.38
Pared 18	3.34x12.79	-81°	RGB=255,249,128	30%	174	16.60
Pared 17	3.34x6.94	0°	RGB=255,249,128	30%	252	24.02
Pared 16	3.34x14.62	-81°	RGB=255,249,128	30%	190	18.10
Pared 15	3.34x2.16	9°	RGB=255,249,128	30%	51	4.83
Pared 14	3.34x2.59	-77°	RGB=255,249,128	30%	50	4.77
Pared 13	3.34x4.00	-169°	RGB=255,249,128	30%	248	23.69
Pared 12	3.34x4.47	-82°	RGB=255,249,128	30%	106	10.11
Pared 11	3.34x1.96	-170°	RGB=255,249,128	30%	107	10.24
Pared 10	3.34x7.75	100°	RGB=255,249,128	30%	130	12.46
Pared 9	3.34x1.86	11°	RGB=255,249,128	30%	161	15.38
Pared 8	3.34x11.30	100°	RGB=255,249,128	30%	169	16.11
Pared 7	3.34x6.82	-170°	RGB=255,249,128	30%	260	24.80
Pared 6	3.34x14.12	100°	RGB=255,249,128	30%	192	18.33
Pared 5	3.34x6.54	-180°	RGB=255,249,128	30%	173	16.56
Pared 4	3.34x5.04	-90°	RGB=255,249,128	30%	271	25.87
Pared 3	3.34x2.44	-180°	RGB=255,249,128	30%	384	36.64
Pared 2	3.34x11.84	90°	RGB=255,249,128	30%	263	25.10
Pared 1	3.34x2.44	0°	RGB=255,249,128	30%	184	17.59
Suelo	21.94x37.04	Plano	RGB=205,153,95	20%	397	25.28

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 21.10x36.20x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.84 - Y 0.84 - Z 0.84

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	112.69 m²
Iluminancia Media	534.35 lx
Potencia Específica	14.30 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.68 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	37.35 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	1612.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	534 lux	39 lux	1028 lux	0.07	0.04	0.52
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	397 lux	83 lux	597 lux	0.21	0.14	0.66

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

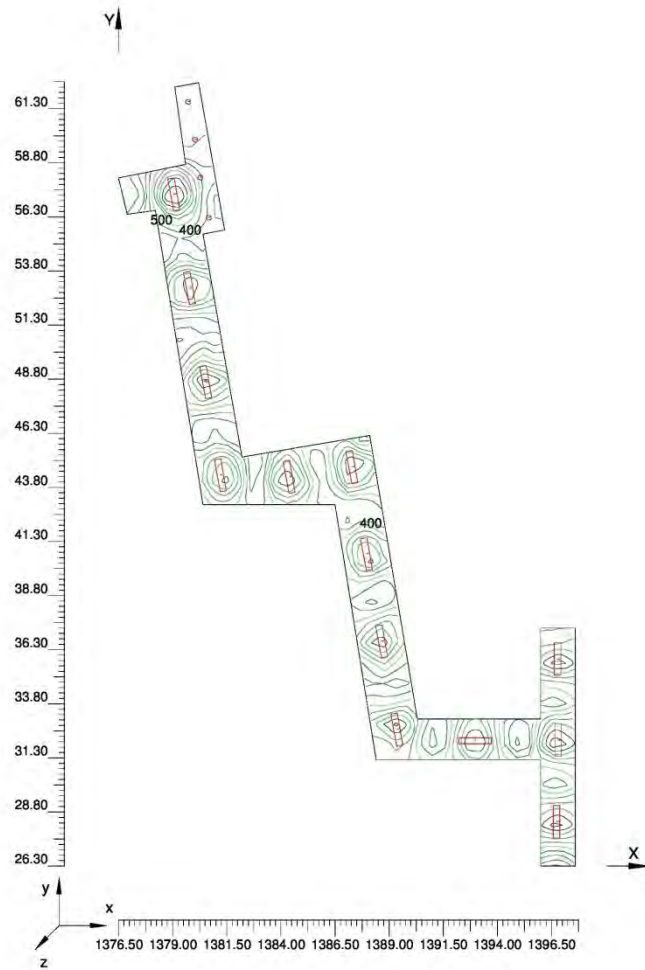
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1376.50 y:26.30 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.84 DY:0.84	Iluminancia Horizontal (E)	534 lux	39 lux	1028 lux	0.07	0.04	0.52

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/250



Pasillo distribuidor. Planta Tercera



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	13.88x13.18	Plano	RGB=255,255,255	50%	46	7.29
Pared 11	2.88x5.58	-90°	RGB=255,249,128	30%	178	17.01
Pared 10	2.88x7.08	0°	RGB=255,249,128	30%	236	22.57
Pared 9	2.88x3.13	10°	RGB=255,249,128	30%	93	8.88
Pared 8	2.88x8.32	-79°	RGB=255,249,128	30%	117	11.16
Pared 7	2.88x6.17	-170°	RGB=255,249,128	30%	88	8.36
Pared 6	2.88x6.78	90°	RGB=255,249,128	30%	167	15.92
Pared 5	2.88x5.58	-180°	RGB=255,249,128	30%	188	17.97
Pared 4	2.88x5.98	-90°	RGB=255,249,128	30%	176	16.82
Pared 3	2.88x2.28	-180°	RGB=255,249,128	30%	99	9.44
Pared 2	2.88x13.08	90°	RGB=255,249,128	30%	176	16.83
Pared 1	2.88x2.28	0°	RGB=255,249,128	30%	103	9.82
Suelo	13.18x13.88	Plano	RGB=205,153,95	20%	406	25.83

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 12.80x13.50x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.38 - Y 0.38 - Z 0.38

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	74.04 m²
Illuminancia Media	504.27 lx
Potencia Específica	12.37 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.45 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	40.76 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	916.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Illuminancia Horizontal (E)	504 lux	36 lux	1114 lux	0.07	0.03	0.45
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	406 lux	68 lux	753 lux	0.17	0.09	0.54

Tipo Cálculo Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

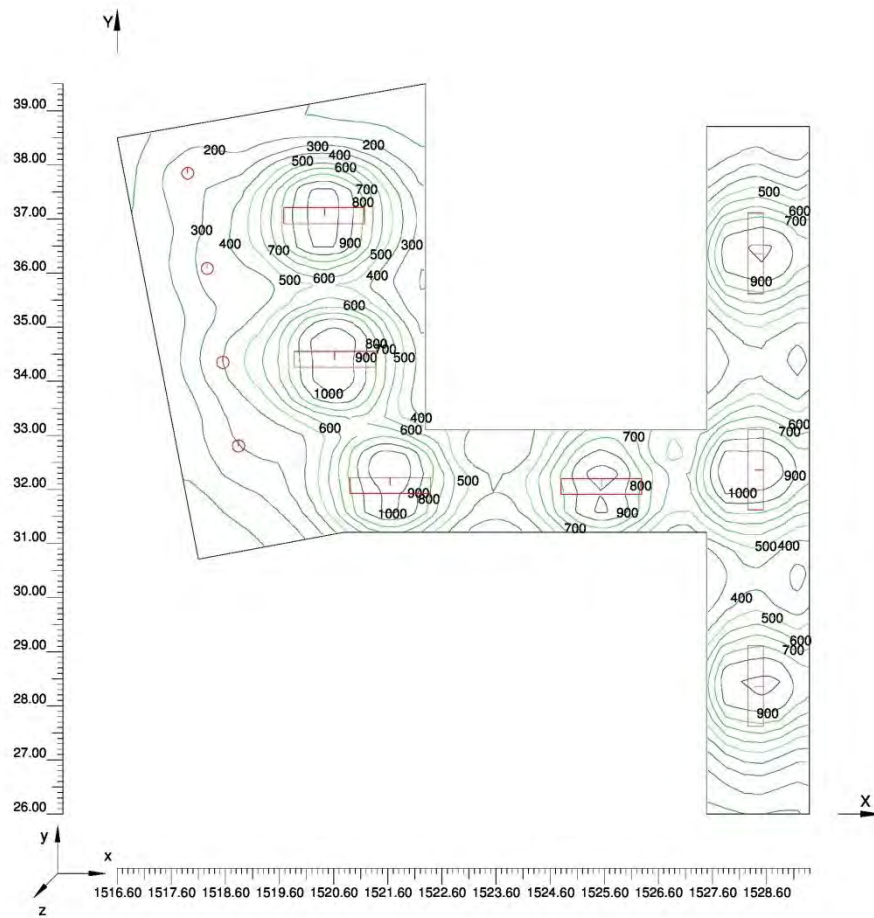
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1516.60 y:26.00 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.38 DY:0.38	Illuminancia Horizontal (E)	504 lux	36 lux	1114 lux	0.07	0.03	0.45

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/100



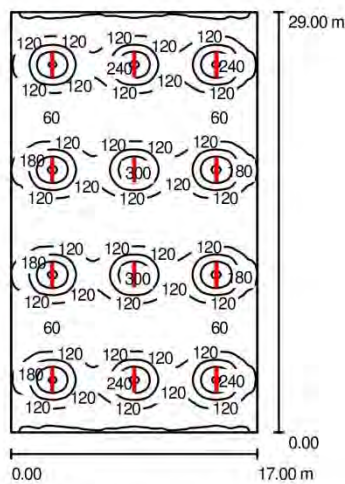
Planta Segunda

P2 El Porvenir

DIALux
21.03.2013

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Planta 2 / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:373

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	125	53	310	0.419
Suelo	27	120	69	192	0.579
Techo	27	51	35	326	0.686
Paredes (4)	77	84	39	133	/

Plano útil:
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Sala Multiusos



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	10.35x7.05	Plano	RGB=255,255,255	50%	73	11.68
Pared 4	2.50x5.53	-80°	RGB=255,249,128	30%	211	20.14
Pared 3	2.50x9.59	-170°	RGB=255,249,128	30%	165	15.80
Pared 2	2.50x5.53	100°	RGB=255,249,128	30%	213	20.35
Pared 1	2.50x9.59	10°	RGB=255,249,128	30%	199	19.04
Suelo	10.35x7.05	Plano	RGB=205,153,95	20%	561	35.71

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 10.10x6.80x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.25 - Y 0.25 - Z 0.25

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	49.28 m²
Iluminancia Media	649.00 lx
Potencia Específica	14.12 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.18 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	45.95 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	696.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	649 lux	132 lux	1112 lux	0.20	0.12	0.58
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	561 lux	195 lux	799 lux	0.35	0.24	0.70

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

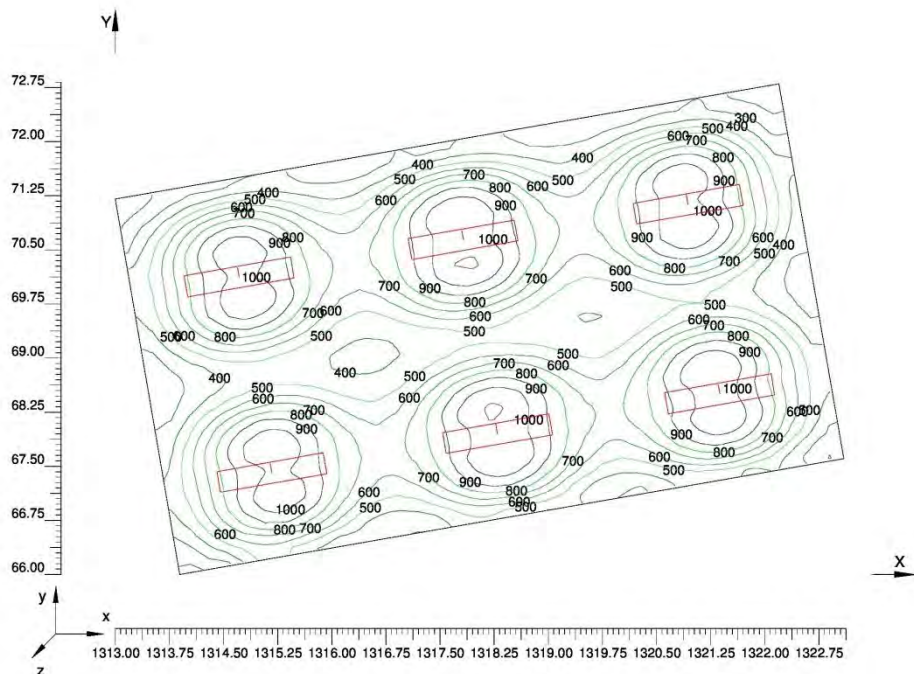
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1313.00 y:66.00 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.25 DY:0.25	Iluminancia Horizontal (E)	649 lux	132 lux	1112 lux	0.20	0.12	0.58

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/75



Sala de Profesores. Planta Primera



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	7.23x8.83	Plano	RGB=255,255,255	50%	77	12.26
Pared 5	2.73x8.53	-77°	RGB=255,249,128	30%	216	20.59
Pared 4	2.73x3.86	-172°	RGB=255,249,128	30%	97	9.25
Pared 3	2.73x3.63	-180°	RGB=255,249,128	30%	89	8.48
Pared 2	2.73x8.83	90°	RGB=255,249,128	30%	213	20.35
Pared 1	2.73x5.43	0°	RGB=255,249,128	30%	212	20.29
Suelo	7.23x8.83	Plano	RGB=205,153,95	20%	509	32.37

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 7.00x8.60x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.23 - Y 0.23 - Z 0.23

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	52.01 m²
Iluminancia Media	581.35 lx
Potencia Específica	13.92 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.39 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	41.76 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	724.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	581 lux	55 lux	1359 lux	0.09	0.04	0.43
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	509 lux	78 lux	816 lux	0.15	0.10	0.62

Tipo Cálculo Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

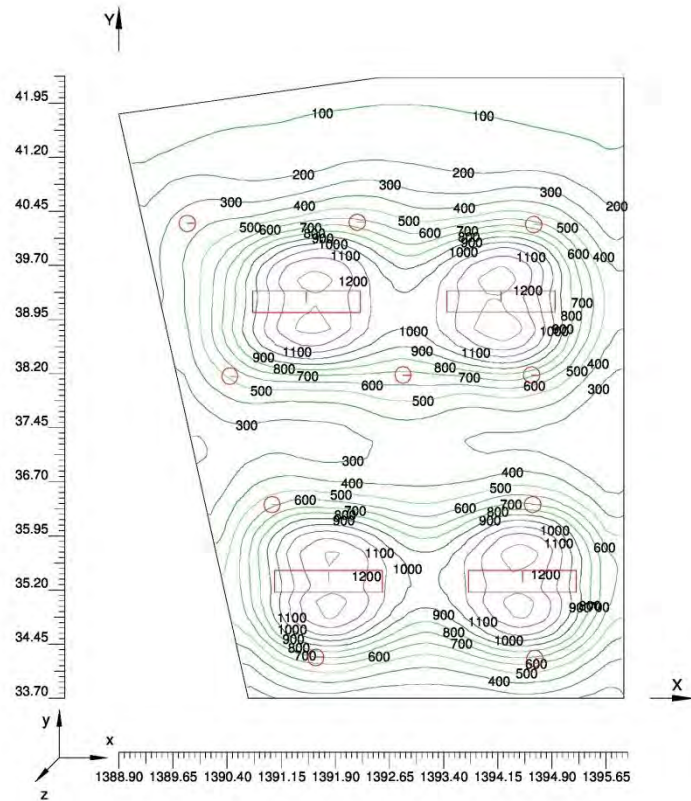
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1388.90 y:33.70 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.23 DY:0.23	Iluminancia Horizontal (E)	581 lux	55 lux	1359 lux	0.09	0.04	0.43

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/75



Vestuarios



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	4.48x7.68	Plano	RGB=255,255,255	50%	12	1.94
Pared 4	2.68x7.18	80°	RGB=255,249,128	30%	50	4.78
Pared 3	2.68x3.34	-169°	RGB=255,249,128	30%	49	4.63
Pared 2	2.68x7.18	100°	RGB=255,249,128	30%	48	4.57
Pared 1	2.68x3.34	11°	RGB=255,249,128	30%	52	4.97
Suelo	4.48x7.68	Plano	RGB=205,153,95	20%	100	6.39

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 4.30x7.50x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.18 - Y 0.18 - Z 0.18

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	22.11 m²
Iluminancia Media	132.42 lx
Potencia Específica	9.41 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	7.10 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	14.08 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	208.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	132 lux	38 lux	209 lux	0.29	0.18	0.63
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	100 lux	45 lux	134 lux	0.45	0.33	0.75

Tipo Cálculo Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

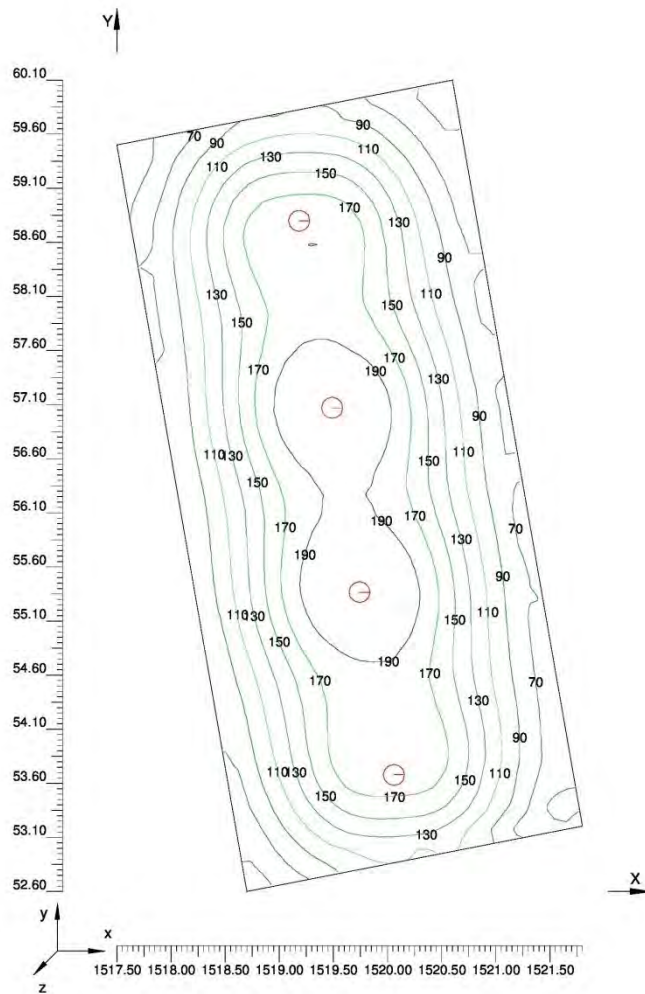
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1517.50 y:52.60 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.18 DY:0.18	Iluminancia Horizontal (E)	132 lux	38 lux	209 lux	0.29	0.18	0.63

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/50



Aula de plástica



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	11.40x9.90	Plano	RGB=255,255,255	50%	82	13.06
Pared 6	2.80x2.44	-79°	RGB=255,249,128	30%	223	21.28
Pared 5	2.80x0.91	9°	RGB=255,249,128	30%	63	6.02
Pared 4	2.80x6.40	-80°	RGB=255,249,128	30%	147	14.08
Pared 3	2.80x10.13	-171°	RGB=255,249,128	30%	178	17.04
Pared 2	2.80x8.52	100°	RGB=255,249,128	30%	237	22.66
Pared 1	2.80x9.42	9°	RGB=255,249,128	30%	146	13.91
Suelo	11.40x9.90	Plano	RGB=205,153,95	20%	571	36.35

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 11.10x9.60x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.30 - Y 0.30 - Z 0.30

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	79.23 m²
Iluminancia Media	633.29 lx
Potencia Especifica	13.18 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.08 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	48.06 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	1044.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	633 lux	84 lux	1131 lux	0.13	0.07	0.56
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	571 lux	132 lux	824 lux	0.23	0.16	0.69

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

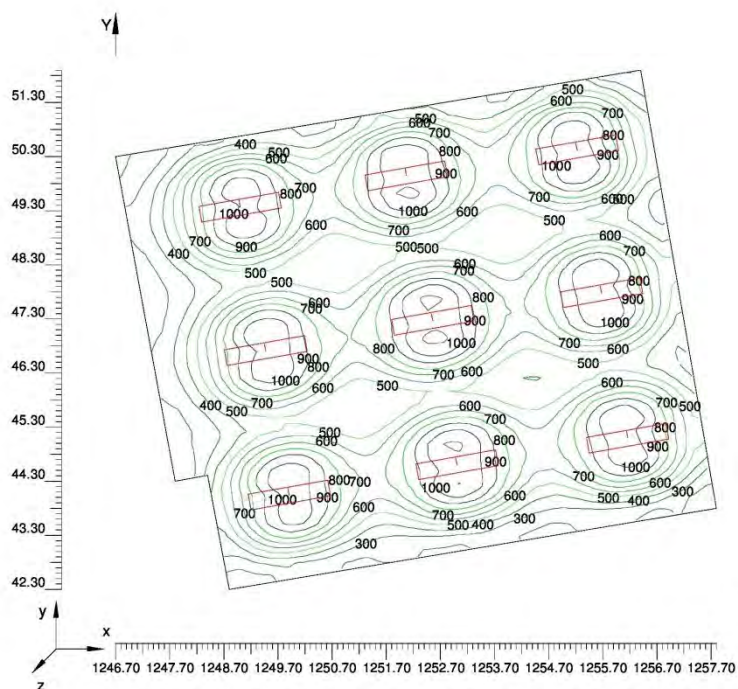
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1246.70 y:42.30 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.30 DY:0.30	Iluminancia Horizontal (E)	633 lux	84 lux	1131 lux	0.13	0.07	0.56

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/100



Hall de entrada. Planta Baja



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	42.33x22.33	Plano	RGB=255,255,255	50%	16	2.60
Pared 15	3.43x6.33	-90°	RGB=255,249,128	30%	218	20.79
Pared 14	3.43x8.43	0°	RGB=255,249,128	30%	88	8.45
Pared 13	3.43x12.23	-79°	RGB=255,249,128	30%	84	8.07
Pared 12	3.43x7.03	0°	RGB=255,249,128	30%	103	9.83
Pared 11	3.43x25.77	-80°	RGB=255,249,128	30%	153	14.65
Pared 10	3.43x3.46	-171°	RGB=255,249,128	30%	258	24.65
Pared 9	3.43x23.04	100°	RGB=255,249,128	30%	142	13.54
Pared 8	3.43x9.05	-170°	RGB=255,249,128	30%	116	11.09
Pared 7	3.43x5.60	100°	RGB=255,249,128	30%	131	12.48
Pared 6	3.43x10.13	90°	RGB=255,249,128	30%	117	11.13
Pared 5	3.43x5.83	-180°	RGB=255,249,128	30%	92	8.82
Pared 4	3.43x6.63	-90°	RGB=255,249,128	30%	234	22.36
Pared 3	3.43x2.43	-180°	RGB=255,249,128	30%	87	8.32
Pared 2	3.43x13.83	90°	RGB=255,249,128	30%	244	23.31
Pared 1	3.43x2.53	0°	RGB=255,249,128	30%	94	8.96
Suelo	22.33x42.33	Plano	RGB=205,153,95	20%	269	17.10

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 21.40x41.40x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.93 - Y 0.93 - Z 0.93

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	165.82 m2
Iluminancia Media	346.12 lx
Potencia Especifica	9.59 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.77 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	36.10 (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	1590.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	346 lux	38 lux	1034 lux	0.11	0.04	0.33
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	269 lux	59 lux	567 lux	0.22	0.10	0.47

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

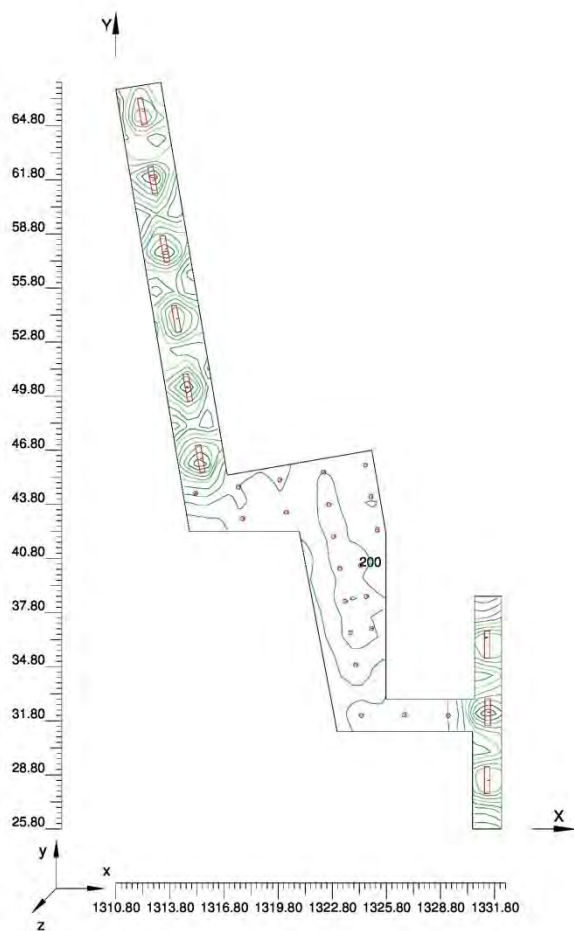
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1310.80 y:25.80 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.93 DY:0.93	Iluminancia Horizontal (E)	346 lux	38 lux	1034 lux	0.11	0.04	0.33

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/300



Biblioteca. Planta Sótano



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	15.03x7.43	Plano	RGB=255,255,255	50%	92	14.57
Pared 4	2.83x5.33	-78°	RGB=255,249,128	30%	242	23.07
Pared 3	2.83x14.40	-171°	RGB=255,249,128	30%	224	21.39
Pared 2	2.83x5.20	99°	RGB=255,249,128	30%	258	24.60
Pared 1	2.83x14.22	10°	RGB=255,249,128	30%	262	25.05
Suelo	15.03x7.43	Plano	RGB=205,153,95	20%	673	42.83

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 14.70x7.10x2.50
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.33 - Y 0.33 - Z 0.33

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	68.95 m²
Iluminancia Media	774.95 lx
Potencia Específica	16.82 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.17 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	46.07 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	1160.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	775 lux	170 lux	1191 lux	0.22	0.14	0.65
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	673 lux	248 lux	905 lux	0.37	0.27	0.74

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

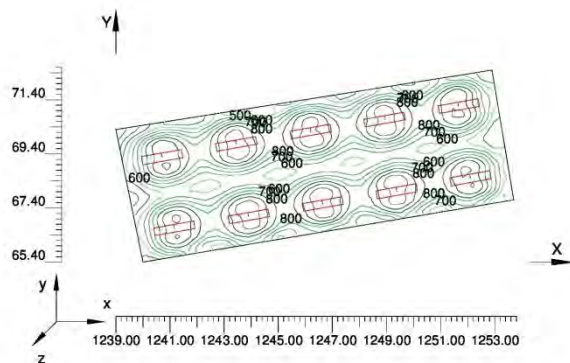
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:1239.00 y:65.40 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.33 DY:0.33	Iluminancia Horizontal (E)	775 lux	170 lux	1191 lux	0.22	0.14	0.65

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/200



Pista deportiva



FCC Servicios Industriales y Energéticos, S.A. Avda. del Camino de Santiago, 40. 28050 Madrid. Tel: 91 757 28 00

1.1 Información sobre Area/Local

Superficie	Dimensiones [m]	Ángulo[°]	Color	Coefficiente Reflexión	Illum.Medida [lux]	Luminancia Media [cd/m²]
Techo	29.06x16.51	Plano	RGB=255,255,255	50%	46	7.30
Pared 4	6.66x29.06	-90°	RGB=244,163,96	30%	127	12.11
Pared 3	6.66x16.51	-180°	RGB=244,163,96	30%	114	10.90
Pared 2	6.66x29.06	90°	RGB=244,163,96	30%	127	12.12
Pared 1	6.66x16.51	0°	RGB=244,163,96	30%	100	9.53
Suelo	16.51x29.06	Plano	RGB=126,126,126	20%	274	17.41

Dimensiones Paralelepípedo que incluye el Area/Local [m]: 15.85x28.40x6.00
 Rejilla Puntos de Medida del Paralelepípedo [m]: dirección X 0.66 - Y 0.66 - Z 0.66

1.2 Cálculo Energético (Plano de Trabajo)

Área	450.14 m²
Iluminancia Media	290.65 lx
Potencia Específica	8.16 W/m²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.81 W/(m² * 100lx)
Eficiencia Energética	35.60 (m²*lx)/W
Potencia Total Utilizada	3675.00 W

1.3 Parámetros de Calidad de la Instalación

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.85 m)	Iluminancia Horizontal (E)	291 lux	140 lux	424 lux	0.48	0.33	0.69
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	274 lux	138 lux	406 lux	0.50	0.34	0.67

Tipo Cálculo: Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

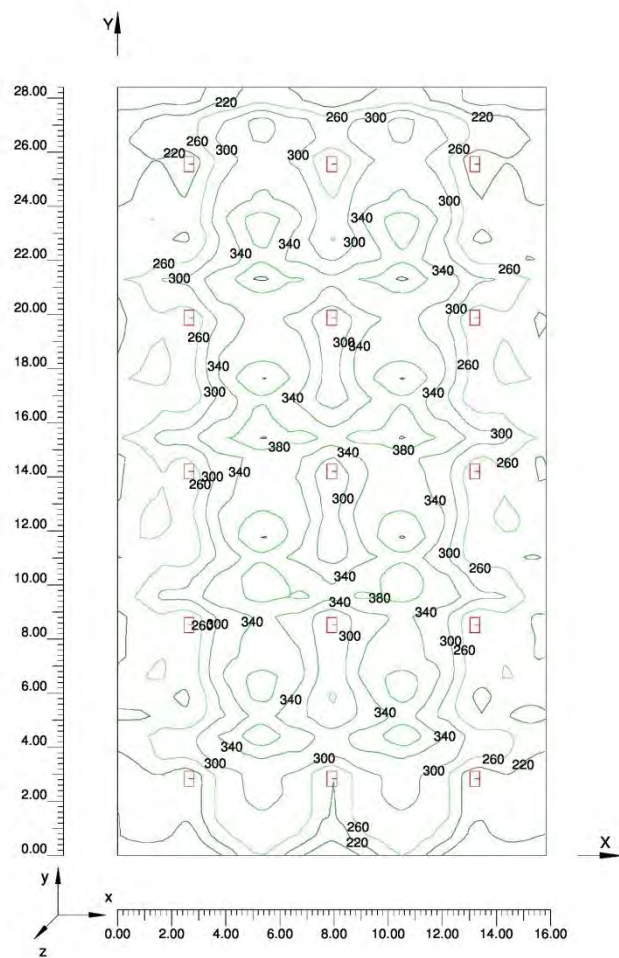
4.2 Curvas Isolux sobre:Plano de Trabajo_1

O (x:0.00 y:0.00 z:0.85)	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Mín/Medio	Mín/Máx	Medio/Máx
DX:0.66 DY:0.66	Iluminancia Horizontal (E)	291 lux	140 lux	424 lux	0.48	0.33	0.69

Tipo Cálculo

Dir.+Indir.(7 Interreflexiones)

Escala 1/200



1.4. Iluminación de emergencia

Para el proyecto de iluminación de emergencia, nos ceñiremos a los cálculos realizados por la empresa Electrozemper, que es la compañía que nos suministran todos los equipos del alumbrado de emergencia.

Pág. 84

El proyecto de iluminación de emergencia siguiente especifica la distribución del alumbrado de emergencia, acorde con las normas y reglamentos vigentes relacionadas a continuación:

- Código Técnico de Edificación CTE DB-SU4.
- REBT ITC-028. Rev. 18/10/02, cap. 3.1 y 3.3
- R. G. Policía de Espectáculos públicos y actividades recreativas.
- Norma europea EN-1838, que engloba a las anteriores.

Según el Código técnico en la sección SU 4, Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada, el edificio deberá disponer de un alumbrado de emergencia sea capaz de suministrar la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes. Como norma general, consideraremos que se necesita una iluminación de emergencia en aquellas salas que:

- Su ocupación sea mayor que 100 personas
- Forme parte del recorrido de evacuación
- Alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contraincendios
- Aseos en edificios públicos.
- Contengan cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Debido a estos criterios la instalación de las luminarias de emergencia cumplirán las siguientes condiciones de posición:

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo
- Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un potencial peligro, que indique el emplazamiento de un equipo de seguridad.

Sin embargo, en los siguientes puntos se colocarán luminarias de emergencia aunque no se hay aespacificado en la primera lista:

- En las puertas existentes de las rutas de evacuación del edificio.
- En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.

- En cualquier cambio de nivel de suelo.
- En los cambios de dirección y en las intersecciones entre pasillos.

Los equipos utilizados son propiedad de Electrozemper S. A. no siendo válidas luminarias con características de potencia similares, debido a las distribuciones de luz propias de cada modelo específico.

En cuanto al procedimiento de cálculo, procederemos de la misma forma que a la hora de calcular el alumbrado convencional, es decir con la siguiente fórmula y con los supuestos que hicimos. Sin embargo, en esta instalación de alumbrado tenemos mayores restricciones, que se han mencionado antes.

La iluminancia media en el plano de trabajo se hallará mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{N \cdot NI \cdot \Phi \cdot Fu \cdot Fm}{S}$$

Donde:

- **E**: Iluminancia [Lux]
- **N**: número de lámparas
- **NI**: nº de luminarias en las lámparas
- **Φ**: flujo luminaria [lúmens]
- **Fu**: factor de utilización
- **Fm**: factor de mantenimiento
- **S**: superficie [m²]

Planta Primera



Leyenda





Planta Tercera

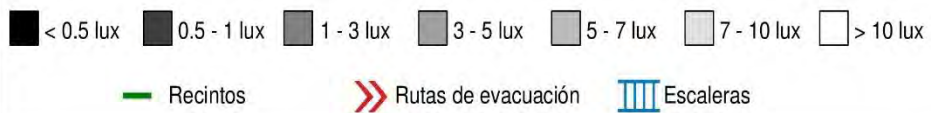


Leyenda

0.5 lux	1 lux	3 lux	5 lux	7 lux	10 lux
Recintos	Rutas de evacuación	Escaleras			



Leyenda



Planta Ático



Leyenda





Leyenda

< 0.5 lux
 0.5 - 1 lux
 1 - 3 lux
 3 - 5 lux
 5 - 7 lux
 7 - 10 lux
 > 10 lux

— Recintos

>> Rutas de evacuación

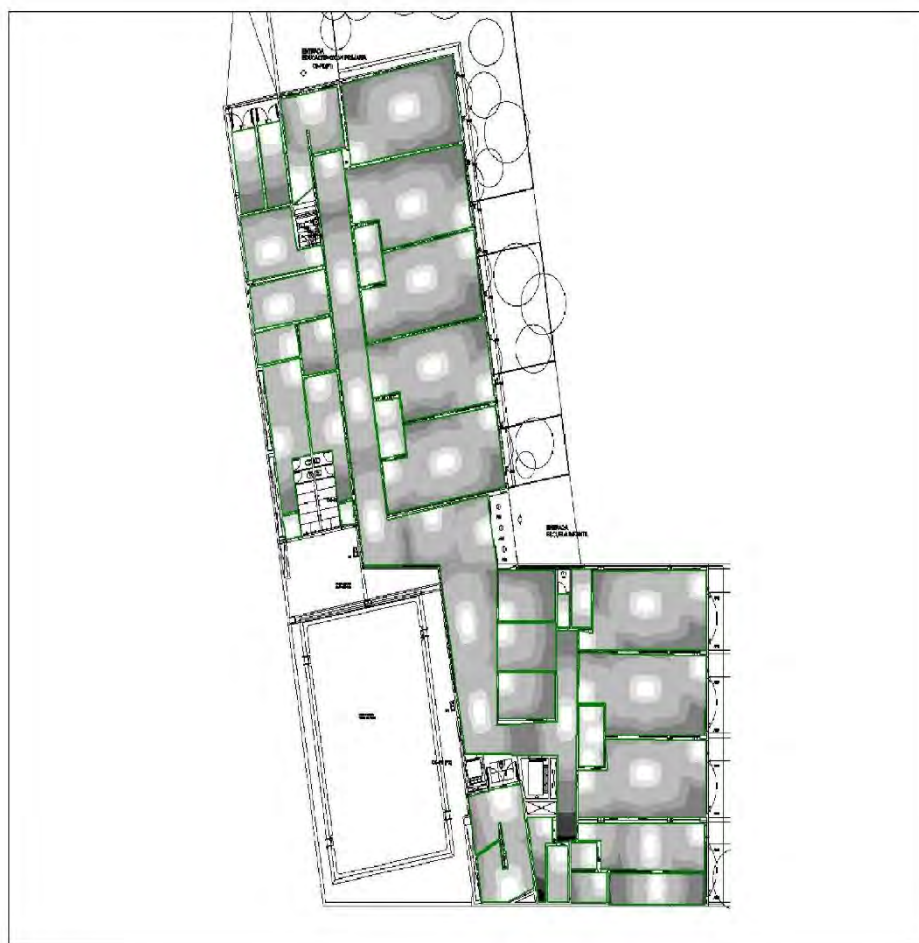
III Escaleras

Planta Baja



Leyenda






Leyenda



 Recintos

 Rutas de evacuación

 Escaleras

Sótano 1



Leyenda

0.5 lux	1 lux	3 lux	5 lux	7 lux	10 lux
Recintos	Rutas de evacuación	Escaleras			



Leyenda

< 0.5 lux
 0.5 - 1 lux
 1 - 3 lux
 3 - 5 lux
 5 - 7 lux
 7 - 10 lux
 > 10 lux

— Recintos

>> Rutas de evacuación

III Escaleras

Sótano 2



Leyenda


0.5 lux	1 lux	3 lux	5 lux	7 lux	10 lux
Recintos	Rutas de evacuación	Escaleras			



Leyenda



 Recintos

 Rutas de evacuación

 Escaleras

Sótano 3



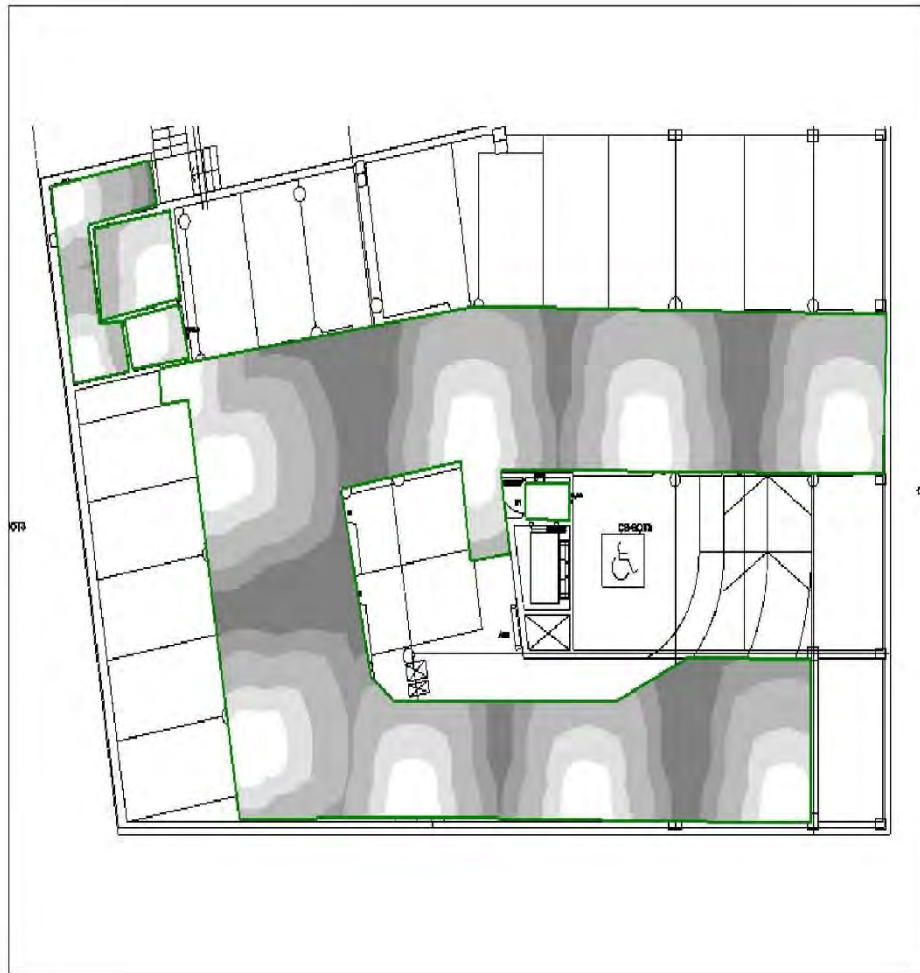
Leyenda

0.5 lux 1 lux 3 lux 5 lux 7 lux 10 lux

Recintos

Rutas de evacuación

Escaleras



Leyenda

< 0.5 lux
 0.5 - 1 lux
 1 - 3 lux
 3 - 5 lux
 5 - 7 lux
 7 - 10 lux
 > 10 lux

— Recintos

>> Rutas de evacuación

|||| Escaleras

Planta Segunda

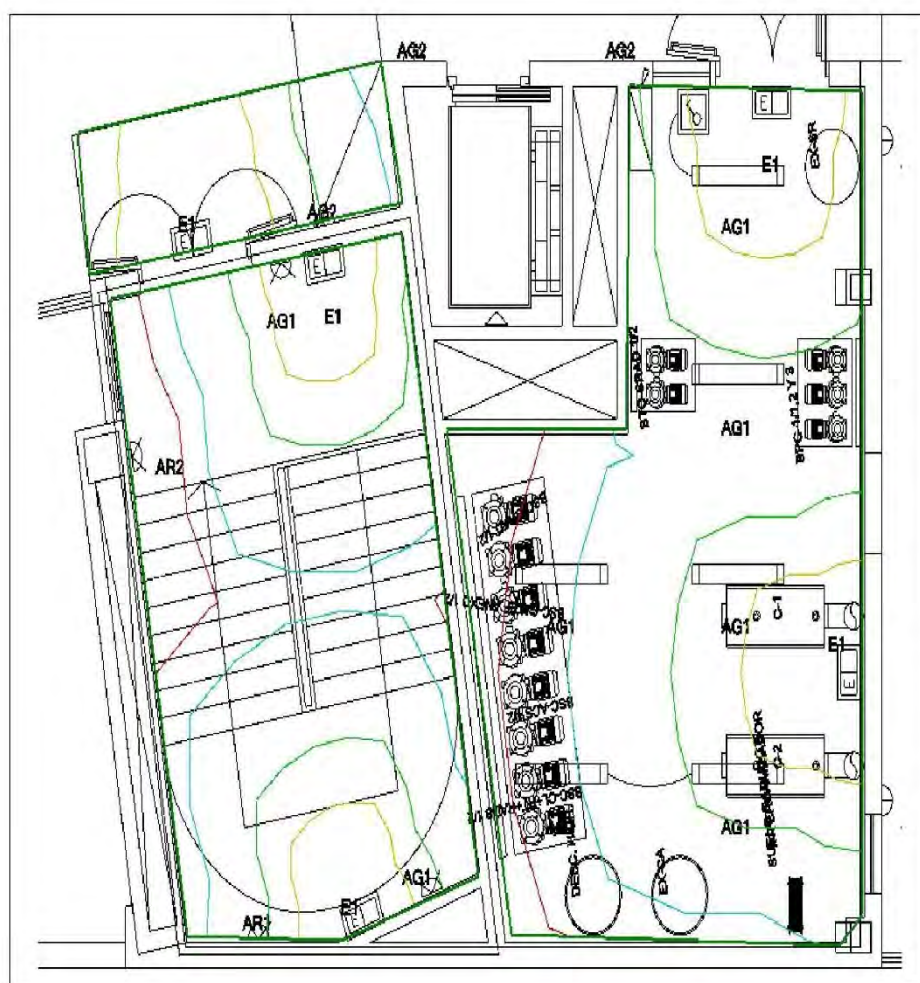


Leyenda



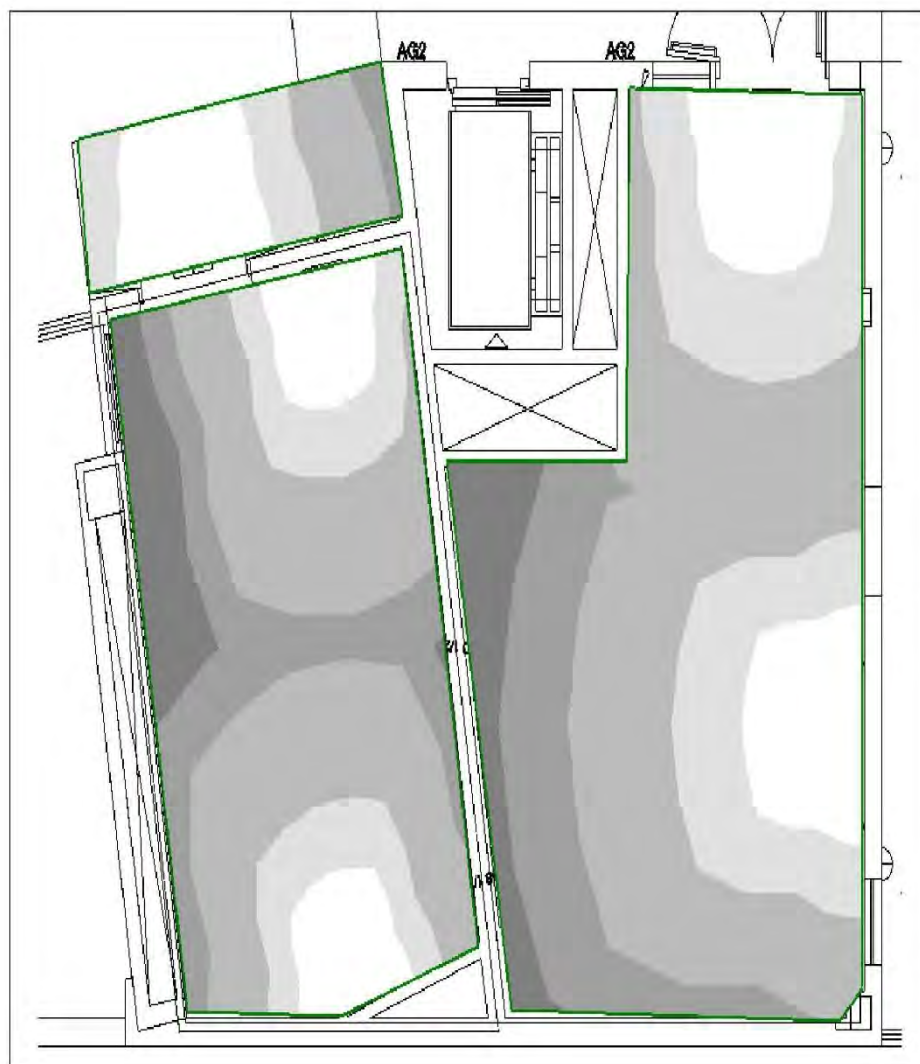


Planta Cubierta



Leyenda

- | | | | | | |
|----------|-------|---------------------|-----------|-------|--------|
| 0.5 lux | 1 lux | 3 lux | 5 lux | 7 lux | 10 lux |
| Recintos | | Rutas de evacuación | Escaleras | | |



Leyenda

< 0.5 lux
 0.5 - 1 lux
 1 - 3 lux
 3 - 5 lux
 5 - 7 lux
 7 - 10 lux
 > 10 lux

— Recintos

>> Rutas de evacuación

|||| Escaleras

1.5. Cálculo del pararrayos

Para proceder al cálculo del pararrayos, debemos ceñirnos a lo especificado en la sección SU 8 del CTE.

Este código nos dicta la necesidad o no de la instalación de un pararrayos y en caso afirmativo del tipo necesitado.

Para comenzar los cálculos, debemos considerar necesaria la instalación de un sistema de pararrayos cuando la frecuencia esperada de impactos (N_e) sea mayor que el riesgo admisible N_a .

- Además, la instalación se torna obligatoria en los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivos y los edificios cuya altura sea superior a 43 m (que no es nuestro caso) dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.7.2 del SU 8.

El número esperado de impactos sigue la siguiente ecuación:

$$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6}$$

Donde:

- N_e = Número de impactos esperados [impactos/año]
- N_g = Número de impactos sobre el terreno [impactos/año]. Ver imagen.
- A_e = superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- C_1 = Coeficiente relacionado con el entorno. Consultar en la siguiente tabla.



Imagen 32: N_g del número de impactos sobre el terreno. Sacada del CTE.

En nuestro caso, el edificio está en Madrid y según el mapa, el valor de $N_g = 2,5$ impactos/año

Tabla 1.1 Coeficiente C_1	
Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla 22: Valores del coeficiente C_1 de la fórmula de impactos esperados al año.

En nuestro caso, el edificio está próximo a otros edificios de la misma altura por lo que $C_1 = 0,5$.

Luego, el número esperado de impactos por año queda:

$$N_e = 2,5 \cdot 13280 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 0,0166 \text{ descargas/año}$$

A continuación debemos calcular el parámetro de número de impactos admisibles, que sigue la siguiente fórmula:

$$N_a = (5,5 \cdot 10^{-3})/C$$

Donde:

- **Na** = Número de impactos admisibles [impactos/año]
- **C** = $C_2 * C_3 * C_4 * C_5$
- **C₂** = Coeficiente en función del tipo de edificio
- **C₃** = Coeficiente en función del contenido del edificio
- **C₄** = Coeficiente en función del uso del edificio
- **C₅** = Coeficiente en función de la necesidad de recuperar el uso habitual del edificio.

Para hallar dichos coeficientes, consultamos la siguiente tabla:

Tabla 1.2 Coeficiente C ₂			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C ₃	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C ₄	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública, Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C ₅	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 23: valores de los coeficientes de la fórmula de impactos admisibles.

En nuestro caso, el edificio tiene una cubierta de hormigón y una cubierta también de hormigón, por lo que el valor de C₂ es 1.

Además, al tener cocinas y calderas, supondremos que hay contenido inflamable dentro del edificio por lo que C₃ es 3.

Luego, como definimos al principio de este proyecto, se trata de un edificio de pública concurrencia por lo que el valor de C₄ es 3.

Por último, consideramos que el edificio no presta un servicio imprescindible, no se trata de un hospital o una comisaría de policía o un cuartel de bomberos, sino que es un colegio por lo que el valor de C₅ es 1.

En resumen:

$$C = 1 * 3 * 3 * 1 = 9$$

Que nos da un número de impactos admisibles de:

$$Na = (5,5 * 10^{-3}) / 9 = 6,111 * 10^{-4} \text{ impactos/año}$$

Observamos que: $Na < Ne$. Concluimos que necesitamos un sistema pararrayos.

Para calcular la eficacia de este sistema de pararrayos, emplearemos la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (N_a/N_e) = 1 - (6,111 \cdot 10^{-4} / 0,0166) = 0,963$$

Con este valor, usamos la siguiente tabla para ver la clase del pararrayos que necesitaríamos:






Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E > 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

Tabla 24: Nivel de protección del pararrayos que necesitaríamos para correctamente proteger al edificio contra rayos.

Es decir, necesitaríamos un pararrayos de nivel de protección 2 para correctamente proteger al edificio contra rayos.

Sin embargo, vemos en la hoja de características del pararrayos ya instalado en edificio original:

NIVELES DE PROTECCIÓN

MODELO	PDC 3.1	PDC 3.3	PDC 4.3	PDC 5.3	PDC 6.3	PDC 6.4
Referencia	101000	101001	101003	101005	101008	101009
Peso	2.350 	3.200 	3.400 	3.600 	3.800 	4.150 
NIVEL I	35 m	45 m	54 m	63 m	74 m	80 m
NIVEL II	45 m	55 m	64 m	73 m	84 m	90 m
NIVEL III	60 m	70 m	79 m	88 m	99 m	105 m
NIVEL IV	75 m	85 m	94 m	103 m	114 m	120 m

Radio de protección calculados según el Código Técnico de la Edificación.

Tabla 25: De la hoja de características del pararrayos, radios de protección del equipo.

Como observamos en la hoja de características, para un nivel II de protección, el radio de protección incluye a nuestro edificio como se observa en el siguiente pantallazo de los planos del pararrayos:

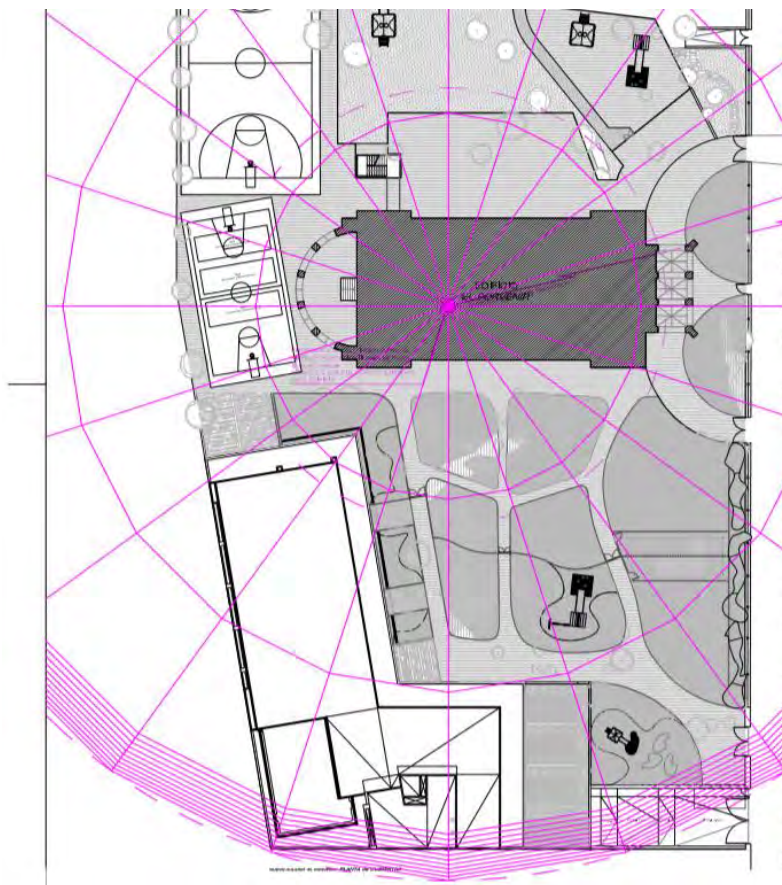


Imagen 33: Pantallazo de los planos del pararrayos que muestra que el pararrayos situado en el edificio original tiene un radio de protección que engloba al nuevo edificio.

Anexo 2: Estudio básico de seguridad y salud

1. Identificación de riesgos laborales

Los riesgos se identifican a continuación:

- Caída de personas desde nivel diferente.
- Caída de personas en el mismo nivel.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos por desprendimiento.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de las máquinas.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas i/o corrosivas.
- Incendios
- Accidentes de tránsito.
- Causas naturales (infarto, embolia, etc..).
- Otros.
- Enfermedades causadas por agentes físicos: ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes, radiaciones térmicas, etc.
- Enfermedades causadas por otras circunstancias.

2. Medidas técnicas y medidas preventivas

2.1. Condiciones Generales:

- Delimitación de las zonas de paso y de almacenamiento.
- Limpieza de la zona de trabajo y zonas de paso, eliminación de los cascotes, herramientas, elementos punzantes, etc.
- Garantizar una adecuada ventilación de la zona de trabajo a fin de impedir la acumulación de polvo, vapores tóxicos y explosivos para una buena sanidad ambiental.
- Iluminación de las zonas de trabajo (200-300 lux) y zonas de paso (20 lux).
- Protección contra contactos eléctricos. La instalación eléctrica provisional es ajustará al REBT, avalada por un instalador eléctrico.

- Ropa de trabajo cubriendo la totalidad del cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:
 - Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección.
 - Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimiento.
 - Se eliminará en todo lo posible los elementos adicionales como cordones, botones, partes vueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches.

3. Protecciones

3.1. Sistemas de Protección Colectiva

- Señalización a base de cintas delimitadoras de la zona de trabajo.

3.2. Equipo de protección individual

- Casco.
- Zapatos o botas de seguridad.
- Guantes adecuados a los trabajos.
- Gafas de protección, pantallas (para evitar fragmentos, chispas, líquidos caústicos, etc.).
- Protección contra ruidos.
- Prendas ajustables limpias de manchas, aceite, grasa, etc.

3.3. Protecciones contra caídas de altura

- Plataformas de trabajo protegidas en sus bordes por barandillas que impiden caídas de materiales y personas.
- Huecos protegidos con baranda o tapador.
- Vanos y aberturas en fachada con barandilla.
- Andamios y escaleras con barandillas.
- Marquesinas que impiden las caídas desde los trabajos en tejados.
- Trabajos especiales de corta duración en mástiles, tejados, ventanas, etc., utilizar arnés de seguridad en ausencia de protecciones colectivas.
- No circular sin pasarela sobre tejados de materiales frágiles: vidrio, fibrocemento, plásticos, etc.

4. Trabajos en altura

4.1. Escaleras

- Deben usarse escaleras en buen estado, una escalera muy deteriorada debe sustituirse o ser reparada por un especialista.
- Deben instalarse sobre suelo estable y superficie sólida de forma que no puedan resbalar ni bascular.
- Deben de traspasar a por lo menos un metro por encima del nivel que de acceso.
- Separación del pie y superficie de apoyo correcto.
- Escaleras dobles equipadas con cadenilla.
- Escaleras telescópicas, cruzamiento mínimo cinco peldaños.

4.2. Andamios.

- Montaje y desmontaje por personal cualificado, utilizando equipo de protección contra caídas.
- Estar arrimados a puntos sólidos de construcción.
- Deben ser sólidos, resistentes y presentar garantías contra caídas de materiales y personas.
- Deben estar en buen estado.
- Deben apoyarse sobre bases sólidas, teniendo en cuenta la resistencia del suelo y arriostramiento de éste.
- Separación mínima andamio y fachada de construcción.
- Utilizar escaleras bien instaladas.
- Hacer acopios de materiales distribuidos sobre las plataformas.

4.3. Andamios rodantes

- Sus desplazamientos lentos en sentido longitudinal y suelos despejados.
- No debe de encontrarse nadie encima del andamio durante los desplazamientos.
- Bloquear las ruedas antes de subir, si es necesario colocar estabilizadores.

5. Útiles y máquinas

- Utilizar dispositivos de protección, no quitar los instalados.
- Prohibido transportar personas a aparatos destinados únicamente a carga: grúas, montacargas, drumpers.

- No permanecer a el radio de acción de los dispositivos de elevación y movimiento de tierras para evitar golpes y caídas de materiales sobre personas.

6. Trabajos eléctricos

- Vigilar el buen estado de las herramientas, del cable de alimentación y de las clavijas.
- Empalmar correctamente en los cuadros eléctricos.
- Después de choque o caída revisar la herramienta por un especialista.
- No utilizar las herramientas eléctricas portátiles en el exterior en caso de lluvia.
- No bricolear, sólo un electricista cualificado puede instalar, modificar, reparar y mantener las instalaciones eléctricas.
- Utilizar clavijas normalizadas.
- Proteger las canalizaciones eléctricas contra aplastamientos, cizalladura, corte, etc. El cable deteriorado debe reemplazarse.
- En trabajos cercanos a líneas eléctricas respetar las distancias de seguridad.
- Utilizar lámparas portátiles reglamentarias.

7. Transporte manual de cargas

- Utilizar los medios de protección individual: guantes, botas y cascos.
- Antes de la manipulación verificar y despejar la zona de carga, camino a seguir y zona de almacenaje.
- No elevar la carga con la espalda doblada.
- No transportar cargas largas, prestar atención con las demás personas.

8. Primeros auxilios

Ud. ha sufrido un pequeño accidente (corte, pinchazo, etc.):

- Advierta a su jefe directo.
- Hágase cuidar la herida aun no revista gravedad alguna. En cada obra existe un botiquín.
- Si a pesar de los cuidados la herida se infecta, consulte a un médico.

Ud. es testigo de un accidente:

- Advierta o mande que adviertan al jefe directo y al socorrista de la obra.
- No mueva a la víctima.
- No le de beber.
- Cubra la víctima con una manta.

- En caso de electrocución no toque la víctima y corte el suministro eléctrico y realice los ejercicios de respiración artificial.

En cada obra se pondrá un cartel que indique las direcciones y números de teléfono de los servicios de urgencia:

- Ambulancia
- Médico

Anexo 3: Pliego de condiciones

1. Proyecto de Media Tensión

1.1. Introducción

El presente Capítulo de las Normas Particulares de la Empresa IBERDROLA. para las Instalaciones de Alta y Baja Tensión. se refiere a la ejecución y recepción de las instalaciones de distribución. cuyo mantenimiento y explotación corresponderá a IBERDROLA promovidas tanto directamente por la misma como por terceros.

Las obras de las mencionadas instalaciones deberán realizarse de acuerdo con las instrucciones que se desarrollan a continuación. con lo que se pretende conseguir unos acabados de obra suficientes para poder alcanzar la Calidad de Servicio establecidas en las instalaciones de distribución de IBERDROLA. e igualmente que las obras se realicen cumpliendo en todo momento las Normas de Seguridad en el Trabajo.

1.2. Disposiciones que se deben cumplir

En la ejecución de los trabajos se cumplirán todas las disposiciones oficiales vigentes en materia laboral, Seguridad Social, Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ordenanzas Municipales, Reglamentos de Organismos Oficiales, etc... incluidas las que pudieran promulgarse durante la ejecución de la obra.

Con independencia de estas disposiciones oficiales. se deberá cumplir la Normativa de IBERDROLA en la que se recoge la anterior así como las "Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios" redactado por la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo para la industria eléctrica.

IBERDROLA podrá exigir en todo instante que se acrediten estos extremos de forma suficiente por el constructor.

1.3. Definiciones

1.3.1. Material aceptado

Es el definido en la Norma NI 00.08.00 y está incluido por tanto en el Anexo A de las NI correspondientes.

1.3.2. Material especificado

Es aquél cuyas características se definen en las normas de ejecución a las que remite el Capítulo IV de la presente Norma. A este tipo de materiales pertenecen. por ejemplo, los áridos, materiales cerámicos. etc.

1.3.3. Unidades compatibles

Grupo de actividades y/o elementos que por sus características comunes forman una unidad individualizada dentro del conjunto de cada instalación. Por ejemplo. el hormigonado de apoyos. el tendido de conductores. etc.

1.3.4. Obra vista

Es aquella parte de la instalación que una vez terminada no requiere ningún trabajo adicional para comprobar su adecuación a la norma correspondiente.

1.3.5. Obra oculta

Es aquella parte de la instalación que. una vez terminada requiere trabajos adicionales tales como calicatas.

1.3.6. Criterios de aceptación

Son los criterios que definen los niveles mínimos de calidad que deben superar los materiales y unidades construcción de las instalaciones. Estos criterios vienen fijados en los documentos normativos de recepción indicados más adelante.

1.3.7. Documento para la recepción

Es una certificación fechada y firmada por los representantes de IBERDROLA y del constructor. de la ACEPTACIÓN o RECHAZO de la instalación.

1.4. Ordenación de los trabajos de ejecución

El constructor una vez conocido el proyecto aprobado de la obra y antes de comenzar hará un reconocimiento sobre el terreno comprobando la adecuación del proyecto a la obra real y que se dispone de todas las licencias y permisos necesarios tanto de particulares como de Organismos Oficiales para la realización de las instalaciones. Podrá proponer entonces las modificaciones que sean necesarias realizar para la adaptación del proyecto a la realidad.

Antes de iniciar la obra el constructor comunicará por escrito a IBERDROLA el nombre del técnico responsable de la Dirección de Obra.

1.5. Materiales

Las obras se realizarán empleando material en perfecto estado de conservación. debiendo cumplir con lo especificado en el Capítulo III de las Normas Particulares: "Características de los materiales" y en las "Normas de Ejecución" complemento de este mismo Capítulo:

1.5.1. Características de los materiales

1.5.1.1. Calidad

Los materiales a instalar en la parte propiedad de IBERDROLA tendrán la calificación de material aceptado para su instalación en estas redes. Para la calificación de un material como aceptado se ha establecido un sistema que cumple la legislación vigente exigiendo las certificaciones oficiales cuando existan, y para cubrir aquellos puntos que quedan abiertos o sin definir por la normativa y certificaciones oficiales (nacionales, comunitarias e internacionales) ha sido necesarios establecer por parte de IBERDROLA. Unas Normas Técnicas y modalidades de Aprovisionamientos.

El sistema de calificación de IBERDROLA se basa fundamentalmente en los puntos siguientes:

- Cumplir con la Directiva 85/374/CEE de 25 de julio de 1985 sobre Responsabilidad Civil por los daños ocasionados por productos defectuosos transpuesta a la legislación española por la ley 22/1994 de 6 de julio (BOE nº 161 de 7 de julio 1994). En el sistema de calificación se recogen las recomendaciones de los consorcios aseguradores sobre medidas que deben establecerse para la correcta protección frente a consecuencias derivadas de la ley de Responsabilidad Civil.
- Cumplir con el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la seguridad Industrial (BOE 6 febrero 1996) - R.D. 2200/1995- 28 diciembre. Para ello las actividades de calificación del producto se desarrollan siguiendo las directrices de este Reglamento.
- Exigir el Registro de Empresa según la ISO 9000 aplicable en cada caso, a través de una Entidad de Certificación. Con esta exigencia se verifica la capacidad de los medios organizativos y de producción para asegurar la calidad.
- Exigir al suministrador el cumplimiento de la legislación Medio Ambiental aplicable. En cuanto al producto exigir cumpla en lo referente a materiales tóxicos y peligrosos sus condiciones de explotación y achatarramiento.
- Las características específicas de las instalaciones de IBERDROLA. Estas instalaciones se diseñan para 40 años y para un funcionamiento de 24 horas al día con un alto grado de Calidad de Servicio y una gran exposición al público.

Como solución a todo lo anterior se ha llegado a un sistema de calificación basado en la verificación de las características del Binomio PRODUCTO-SUMINISTRADOR que se especifica en la NI 00.08.00 "Calificación de suministradores y elementos "tipificados". Se exceptúan de esta calificación aquellos materiales que por su pequeña importancia carecen de Normas UNE o Normas NI que los definan. Aquellos materiales propiedad del cliente cuyo control y maniobra corresponden a IBERDROLA deberán tener la calificación de material aceptado según NI 00.08.00 para que se admita su instalación. Este grupo lo constituyen: las celdas de entrada y salida y el seccionador de corte de los CS, CT y STR particulares y los seccionadores unipolares y cortacircuitos de expulsión a instalar en las derivaciones particulares.

Los restantes materiales a utilizar en las instalaciones propiedad del cliente deberán ajustarse a Normas nacionales (UNE) y su calidad certificada por la Entidad correspondiente (Marca de conformidad a Normas UNE). recomendándose el empleo de materiales aceptados por IBERDROLA de forma que se unifiquen en lo posible las instalaciones que estén situadas dentro del ámbito de IBERDROLA.

1.5.1.2. Características generales

Los materiales para las redes de 11. 13.2 y 15 kV estarán previstos para su funcionamiento a 20 kV. En el caso de los transformadores todos ellos estarán previstos para su funcionamiento a la tensión nominal primaria de 20 kV.

Los materiales para las redes de baja tensión corresponderán en conductores aislados. a las series de tensión normal de 0.6/1 kV; para el resto de materiales sus características se indican en las normas correspondientes. Todos los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero AE-275-B s/UNE 36-080. Estarán galvanizados por inmersión en caliente para protegerlos de la oxidación y corrosión según Norma NI 00.06.10 o será de naturaleza resistente a la corrosión.

Si la duración de la obra se alargase de tal forma que puedan producirse deterioros en los materiales el constructor tomará las precauciones necesarias para evitarlo.

El constructor instalará en la obra. y por su cuenta los locales o almacenes precisos para asegurar la conservación de aquellos materiales que no deben permanecer a la intemperie. evitando así su destrucción o deterioro.

1.5.2. Características de los materiales en la red de Media

1.5.2.1.1. Cables con aislamiento seco extruido (Redes subterráneas)

Cumplirán con lo indicado en las Normas NI 56.40.02 y NI 56.43.01.

1.5.2.1.2. Cables aislados con aislamiento seco extruido y cableados en haz para redes aéreas hasta 30 kV

Cumplirán lo indicado en la norma IBERDROLA NI 56.47.01.

1.5.2.1.3. Terminales y empalmes

En alta tensión cumplirán con lo indicado en las Normas NI 56.80.02 y NI 72.83.00.

1.5.3. Características particulares de los materiales del Centro de Transformación

1.5.3.1. Edificio prefabricado

Los de tipo prefabricado cumplirán con lo indicado en las siguientes normas:

- Edificios prefabricados de hormigón para centros de transformación de superficie NI 50.40.04.
- Los herrajes, puertas, rejillas, escaleras. etc. para los centros de transformación de otros usos son los especificados en la NI 50.20.03.

1.5.3.2. Transformadores

Todos los transformadores estarán previstos para su funcionamiento a su tensión nominal primaria y aquellos que hayan de funcionar inicialmente a tensiones inferiores. dispondrán del conexionado correspondiente en el devanado primario para el futuro cambio de tensión. Serán trifásicos y dispondrán de neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural.

1.5.3.3. Celdas prefabricadas

Las celdas destinadas a centro de transformación propiedad de IBERDROLA serán de aislamiento en SF6 y podrán ser extensibles o no extensibles según lo indicado en la NI 50.42.11 y estarán destinadas a las funciones de línea o de protección. Las funciones de protección irán equipadas con fusibles limitadores de corriente asociados especificados en la NI 75.06.31.

1.5.3.4. Cuadros de baja tensión

Destinados a alojar en su interior los elementos fusibles de protección de las líneas de baja tensión. Estos elementos fusibles de protección serán del tipo cuchilla y cumplirán con lo especificado en la NI 76.01.01.

1.5.3.4.1. Cuadro de distribución de baja tensión

Utilizado en los centros de transformación del tipo interior. Se construirá de acuerdo con la NI 50.44.02.

1.5.3.4.2. Puentes de conexión

Estarán formados por los siguientes elementos:

- Cables de conexión en alta tensión (celda-transformador).

Destinados a la conexión de las celdas prefabricadas de alta tensión con el transformador. Serán del tipo DHZ1 12/20 1x50 mm² Al y cumplirán con lo especificado en la NI 56.40.02 .

- Terminales de conexión en alta tensión (celda-transformador).

Serán del tipo enchufables. Utilizados en las terminaciones de los cables indicados en el apartado 4.6.1 (para 200A) y cumplirán lo especificado en la NI 56.80.02.

- Cables de conexión en baja tensión.

Destinados a la conexión de los transformadores con los cuadros de baja tensión. Para los centros de transformación de interior o intemperie compacto serán del tipo RV 0.6/1 kV. 1x240 mm² Al según lo especificado en la NI 56.31.21.

- Terminales de conexión en baja tensión.

Destinados a unir los extremos de los cables de conexión en baja tensión con el transformador y cuadro de baja tensión.

Serán bimetálicos y cumplirán con lo indicado en la NI 58.20.71 en el caso de los centros de transformación del tipo interior y de tipo intemperie compacto. Para los centros de transformación sobre apoyo serán del tipo TAC-150 para fases y TAC-80 para el neutro. Cumplirán con lo especificado en la NI 58.54.01.

1.5.4. Norma para la ejecución de las instalaciones

Las instalaciones se realizarán de acuerdo con lo indicado en los apartados anteriores del presente Capítulo y las especificaciones contenidas en el correspondiente Manual Técnico:

- MT-NEDIS 2.33.25 EJECUCIÓN DE INSTALACIONES. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ALTA TENSIÓN HASTA 30 kV.
- 3.6.2.- MT-NEDIS 2.13.21 EJECUCIÓN DE INSTALACIONES. MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE TIPO INTERIOR.

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento salvo que el Director de Obra lo autorice expresamente por escrito.

La ejecución de los centros de transformación de tipo interior requiere el conocimiento de la normativa de Iberdrola referida a materiales (Norma NI). Proyectos Tipo (MT-NEDIS). otros documentos normativos MT- NEDIS de criterios de ejecución de puestas a tierra. etc. así como aquellas otras especificaciones que complementen a este tipo de instalación.

1.5.4.1. Inspección

En aquellas fases de la obra que se consideren significativas por parte de Iberdrola, el constructor está obligado a comunicar previamente la fecha de comienzo de las mismas.

Pueden considerarse como partes significativas de una obra entre otros los siguientes conceptos:

- Montaje del Edificio Prefabricado
- Montaje Celda
- Montaje Trafo
- Montaje Cuadro BT
- Interconexión Celda-Trafo
- Interconexión Trafo-Cuadro BT
- Instalación de puesta a tierra.
- Comprobamiento funcional de equipos y protecciones
- Planos

1.5.4.2. Materiales

Los materiales empleados en el montaje de este tipo de centros están especificados en los Proyectos Tipos recogidos en los MT-NEDIS 2.11.01, MT-NEDIS 2.11.02 y MT-NEDIS 2.11.03. Además estos materiales están amparados en normas NI (normas Iberdrola).

Los fabricantes de los materiales estarán calificados por Iberdrola figurando como tales en el Anexo I de Calificación adjunto a cada norma NI.

Cuando los materiales los aporte Iberdrola éstos saldrán de sus almacenes en un estado tal que permita su función.

1.5.4.3. Procedimientos de ejecución

Son los factores constructivos que divididos en diversos conceptos hacen posible la ejecución del Centro de Transformación según Anexo 1.

1.5.4.4. Identificaciones

A cada procedimiento de ejecución (Anexo I) se ha asignado una identificación, al objeto de facilitar su correspondencia con el documento de RECEPCION indicado en el MT-NEDIS 2.I3.3I.

La construcción de los centros de transformación se realizará siguiendo el orden de ejecución que se prescribe en este Anexo I, y procurando ceñirse a las fases de construcción que eviten pérdidas de tiempo y anomalías en la correcta funcionalidad de

la ejecución de la obra. Las pérdidas de materiales por extravío robo. etc. serán por cuenta del constructor.

1.5.4.4.1. Medios

- El constructor estará provisto de los útiles y herramientas apropiadas al fin a que se destinan.
- El constructor dispondrá de los medios apropiados para conservar los materiales que van a ser instalados. Asimismo. las herramientas estarán debidamente calibrados y en buen estado de conservación y uso para ejecutar la obra.

1.5.4.4.2. Rechazo de materiales

- El constructor está obligado a comprobar el buen estado de los materiales. antes de efectuar la operación del transporte. a partir del cual será responsabilidad del mismo toda deficiencia que aparezca en las diferentes fases de ejecución de la obra.
- Se rechazarán todos los materiales que, en su transporte, acopio, montaje, o uso indebido, hayan sufrido daños. La valoración de estos daños será realizada por el Director de obra el cual dictaminará la reposición o reparación de los materiales y que siempre serán por cuenta del constructor.

Los centros prefabricados constarán de todos los elementos previstos en sus normas NI correspondientes y su manejo se realizará con el procedimiento indicado por sus fabricantes.

Estarán dotados de todos los pernos de sujeción e izado correspondientes, que estarán apretados correctamente.

La situación del centro estará de acuerdo con las licencias de obra otorgadas, respetando las alineaciones con las edificaciones existentes, las distancias a bordillo y cuantas indicaciones figuren expresamente en ellos.

El centro quedará nivelado y con la rasante de su piso interior 10 cm como mínimo más alta de la rasante de las aceras, jardines, etc. colindantes.

Cuando el terreno así lo requiera, o exista peligro de que la maleza obture las rejillas de ventilación o las puertas de acceso, se construirán aceras perimetrales de hormigón con una anchura no inferior a 1 m, bien en todo el perímetro del edificio, o bien enfrente de las rejillas de ventilación y puertas.

1.5.4.4.3. Celdas

Tanto las celdas de línea como las celdas de protección del Transformador cumplirán con lo especificado en la NI 50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV prefabricadas con dieléctrico de SF₆ para CT.

Las celdas corresponden en cuanto a sus funciones a lo especificado en el proyecto correspondiente.

Las celdas se situarán en los lugares y en el orden indicados en los planos del proyecto. Se colocarán adecuadamente sobre la solera del centro. Estarán alineados entre si (celdas extensibles) paralelas a los paramentos y perfectamente aplomadas.

1.5.4.4.4. Transformadores

Los transformadores serán de refrigeración natural con dieléctrico líquido (aceite ó silicona) ó con aislamiento seco (encapsulado) y cumplirán con las normas NI 72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión". NI 72.30.06 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite de silicona para distribución en baja tensión" y NI 72.30.08 "Transformadores trifásicos secos tipo encapsulado. para distribución en baja tensión"

Las potencias nominales de los transformadores serán las indicadas en el proyecto. Las tensiones nominales primaria y secundaria del transformador serán las indicadas en el proyecto.

Las operaciones necesarias para el traslado del transformador hasta su posición definitiva. se realizará aplicando la tracción necesaria por medio de mecanismos apropiados (tracteres. polipastos. etc.) La orientación de las ruedas se realizará elevando el transformador con gatos hidráulicos apropiados; se utilizarán barras de uña, barrones, etc... únicamente como medios auxiliares.

El transformador con dieléctrico de aceite mineral quedará instalado sobre el foso de recogida del aceite sobre carriles normalizados que no presenten ningún resalte sobre la obra de fábrica.

1.5.4.4.5. Interconexión Celda-Transformador

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de 50 mm² de sección y del tipo HEPR-Z1 empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de CT de hasta 24 kV. y la tensión asignada del cable I8/30 kV para tensiones asignadas de CT de 36 kV. Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla siendo de 24 kV/200 A para CT de hasta 24 kV de 36 kV/400 A en los CT de 36 kV.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en la Norma NI 56.40.02 "Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco y cubierta especial (HEPR-ZI) para redes de A.T. hasta 66 kV". Las especificaciones técnicas de los terminales están recogidas en la Norma NI 72.83.00 "Conectores enchufables aislados hasta 36 kV"

El trazado de la interconexión será el más corto posible evitando los puentes de longitud excesiva. Discurrirán por las canalizaciones previstas. En las subidas hacia las bornas de M.T. de los transformadores estarán sujetos a los paramentos verticales con los herrajes definidos para tal fin en la norma NI 50.20.03 "Herrajes. Puertas, tapas, rejillas y escaleras para centros de transformación"

1.5.4.4.6. Instalación de Puesta a Tierra

- Sistemas de Puesta a tierra (PaT)

Hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de Protección y la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro). A la línea de tierra de PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Cuba de transformador/res
- Envolvente metálica del cuadro B.T.
- Celda de alta tensión (en dos puntos)
- Pantalla del cable HEPRZ1 extremos conexión transformador

A la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro) se le conectará la salida del neutro del cuadro de B.T.

Las PaT de Protección y Servicio (neutro) se establecerán separadas salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1.000 V. en cuyo caso se establecen tierras unidas.

- Formas de los Electrodo.

El electrodo de PaT estará formado por un bucle enterrado horizontalmente alrededor de CT o una disposición lineal en el edificio de otros usos.

- Materiales a utilizar
 - Línea de Tierra
 - Línea de tierra de PaT de Protección.

Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección especificado en la NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas aéreas y subestaciones de alta tensión".

- Línea de Tierra de PaT de Servicio.

Se empleará cable de cobre aislado de 50 mm² de sección tipo DN-RA 0.6/1 kV especificado en la NI 56.3I.71 "Cable unipolar DN-RA con conductor de cobre para redes subterráneas de baja tensión 0.6/1 kV".

Cuando las PaT de Protección y Servicio (neutro) hayan de establecerse separadas como ocurre la mayor parte de las veces el aislamiento de la línea de tierra de la PaT del neutro deberá satisfacer el requisito establecido en el párrafo anterior pero además cumplirán la distancia de separación establecida en las tablas 3.5 y 7 respectivamente del MT-NEDIS 2.II.0I "Proyecto tipo para Centro de Transformación de superficie" y en las zonas de cruce del cable de la línea de PaT de Servicio con el electrodo de PaT de protección deberán estar separadas una distancia mínima de 40 cm.

- Electrodo de Puesta a Tierra

Por los motivos expuestos en el apartado 4.2 del MT-NEDIS 2.11.30 "Criterios de diseño de puestas a tierra de los centros de transformación" el material será de cobre.

- Bucle

La sección del material empleado para la construcción de bucles será: Conductor de cobre de 50 mm² según NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas aéreas y subestaciones de alta tensión".

- Piezas de conexión

Las conexiones se efectuarán empleando los elementos siguientes: Conductor-Conductor Grapa de latón con tornillo de acero inoxidable tipo GCP/C16. según NI 58.26.04 "Herrajes y accesorios para líneas aéreas de A.T."

- Sistema de anti tensión de paso y contacto (CH y SAT)

Cuando con la utilización de un electrodo normalizado. la tensión de paso y contacto resultante sea superior a la tensión de paso y contacto resultante sea superior a la tensión de paso y contacto admisible por el ser humano es preciso recurrir al empleo de medidas adicionales de seguridad (denominadas CH y SAT) cuyo objetivo es garantizar que la tensión de paso y contacto admisible sea superior a las resultantes.

El CH es una capa de hormigón seco ($R_s=3000 \text{ Ohm.m}$) que se colocará como acera perimetral en todo el contorno del Centro de Transformación con una anchura de 1.50 m y un espesor de 10 cm. El SAT es un sistema de antitensión de paso y contacto que se aplicará sobre la capa de hormigón seco anteriormente definida en los casos indicados en las tablas 2, 4 y 6. El producto y su aplicación vienen especificados en la norma NI 09.09.01 "Sistema de antitensión de paso y contacto".

2. Proyecto de Baja tensión

2.1. Grupos electrógenos

2.1.1. Generalidades

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto todos los elementos constitutivos de dicho grupo, así como todos aquellos accesorios o partes de la instalación necesarios para el buen acabado y funcionamiento del mismo.

Estos serán de la marca y tipo que se especifiquen en Proyecto con las características exigidas en el mismo para su perfecto funcionamiento, ateniéndose, aparte de lo descrito en Proyecto a las normas que al respecto dicte la Dirección Facultativa, así como a la normativa vigente sobre dicho tema.

El grupo electrógeno instalado deberá garantizar la continuidad de los servicios a él conectados como forma alternativa de suministro de energía eléctrica y deberá entrar en funcionamiento de forma automática cuando la tensión disminuya por debajo del 70 % de su valor nominal. Una vez que se retorne la tensión de línea a su valor nominal, se producirá la parada del grupo, al cabo de un cierto tiempo, quedando en disposición de reanudar para vez su funcionamiento. (El equipo quedará rodando un mínimo de tres minutos para evitar arranques continuos originados por microcortes periódicos). Así mismo los contactores o interruptores automáticos retornarán automáticamente a la posición inicial antes del fallo de red, esto sea cual sea el número de rearmes.

La construcción del grupo electrógeno se basará en el conjunto motor diesel-alternador trifásico autorregulado con las características reflejadas en Proyecto, formando una unidad compacta, en ejecución monobloque con los componentes necesarios para garantizar estas características.

La unión entre el motor y el alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto irá montado y alineado sobre bancada metálica común de acero mecanizada y electrosoldada, con las dimensiones adecuadas y con los apoyos y amortiguadores necesarios para evitar vibraciones al resto de la edificación, quedando el Contratista obligado a realizar un perfecto acabado en este aspecto.

El grupo electrógeno irá instalado, como se indica en planos, en un local independiente del resto de la maquinaria, suficientemente ventilado, ya sea con ventilación natural o forzada, para una renovación del aire adecuada que será definida por la Dirección Facultativa.

La salida de gases se realizará mediante chimenea tipo DINAK de sección adecuada y características descritas en el Proyecto, llevando intercalado un silenciador a la salida del motor. La unión entre el motor y el escape será flexible para evitar la transmisión de vibraciones.

La chimenea deberá estar convenientemente fijada a muros o forjados mediante elementos adecuados, colocando juntas elásticas en los soportes para evitar las transmisiones de vibraciones y ruidos.

Si por exigencias del Proyecto se separara del grupo electrógeno el radiador, éste deberá ser instalado junto a un ventilador de caudal necesario para enfriar el agua hasta la temperatura normal de funcionamiento.

Las conducciones de ida y retorno del circuito de agua del radiador serán de hierro negro, teniendo intercalado en dicho circuito una bomba de recirculación de las características indicadas en Proyecto. Así mismo contará con depósito de expansión y las válvulas de corte y retención necesarias para el buen funcionamiento del sistema de refrigeración.

Los recorridos de estas tuberías se ajustarán a las indicadas en planos y las secciones serán las indicadas en Proyecto.

Con el grupo se suministrará un depósito de combustible de capacidad reflejada en Proyecto y no menor de la que permita el funcionamiento ininterrumpido del grupo durante 6 horas. El abastecimiento de combustible se hará mediante bomba de funcionamiento manual.

Durante la recepción provisional se harán todas las pruebas necesarias para la comprobación del perfecto funcionamiento de todos los equipos y señalizaciones.

2.1.2. Motor Diesel

Será de la marca, tipo y características indicadas en Proyecto, no admitiéndose variaciones sobre el mismo sin previo informe y consentimiento de la Dirección Facultativa.

Todos los elementos constitutivos serán de las mejores calidades, pudiéndose rechazar aquellos que no cumplieran los criterios de calidad impuestos y debiendo soportar sin merma efectiva los esfuerzos mecánicos y térmicos que se puedan presentar.

Se atenderán en todo momento a las características nominales dadas por el fabricante, no tolerándose variaciones anormales y continuas de estos valores, realizándose con este fin toda aquellas pruebas y ensayos que a juicio de la Dirección se crea conveniente.

Los motores serán de cuatro tiempos, con el número de cilindros que se indique en Proyecto, de inyección directa con cámara de turbulencia en la cabeza del émbolo.

Contarán con buena refrigeración, por medio de camisa de agua en toda la longitud del cilindro y amplios pasos de agua. La bomba de recirculación tendrá la capacidad necesaria para asegurar temperaturas suaves bajo cualquier condición de carga.

Para el sistema de lubricación contará con filtros y refrigeradores de aceite. Los filtros deberán proteger al motor de partículas extrañas que pudieran producir deterioros en el mismo a la vez que deberán permitir el paso del caudal necesario de lubricante.

El refrigerador deberá asegurar una temperatura de funcionamiento óptima, tanto en funcionamiento normal como en sobrecarga. Las temperaturas máximas admisibles para el agua y el aceite serán las indicadas por el fabricante en cada caso o por la Dirección Facultativa en su defecto.

En el supuesto de adoptarse otro sistema de refrigeración (aire, agua a circuito abierto, etc.), deberá contarse con el consentimiento y aceptación por parte de la Dirección de obra.

El motor contará también con un regulador de velocidad que permita mantener constante su régimen de funcionamiento, con variaciones entre un máximo en vacío y un mínimo a plena carga del 3% de caída de velocidad.

Para el arranque dispondrá de arranque eléctrico por corriente continua suministrada por dos juegos de baterías, uno de ellos de reserva.

Los niveles de líquido de estos equipos serán visibles por el exterior. Así mismo la extracción de líquido o la renovación de vasos deberá realizarse con la mayor facilidad, por lo que se prestará especial atención a la ubicación de las baterías.

2.1.3. Alternador

Será trifásico con neutro autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, para eliminar piezas susceptibles de desgaste, y con protección antigoteo.

El tipo y la marca serán los indicados en Proyecto, no admitiéndose variación sobre los mismos sin conformidad de la Dirección facultativa. Cumplirá, así mismo, las normas UNE y disposiciones análogas obligatorias correspondientes.

Contará con elementos supresores de sobretensión, así como con arrollamientos reforzados para cumplir con los requisitos relativos a sobrevelocidades del 150% a 50 Hz. El rotor irá perfectamente equilibrado, tanto estática como dinámicamente.

El aislamiento será de clase F en los devanados del estator, del rotor y de la excitatriz. Este garantizará unas condiciones térmicas constantes, así como una buena evacuación del calor, siendo resistente al moho y a la absorción de humedad y presentando buenas propiedades dieléctricas inalterables con el tiempo.

Con el fin de mantener los valores de tensión y frecuencia lo más constantes posibles dispondrá de un regulador que será estático, esto es sin partes móviles, con un revestimiento polimérico para protegerlo de agentes atmosféricos y de las vibraciones de los componentes mecánicos. Los circuitos presentarán el diseño apropiado para el control efectivo del voltaje y de la frecuencia.

El regulador controlará la tensión a la salida del generador en las tres fases, así como la corriente de red y el factor de potencia de funcionamiento.

El alternador irá equipado con protección térmica contra calentamientos debidos a sobrecargas prolongadas, permitiendo el arranque de motores.

La ventilación se efectuará por medio de ventilador interior que aspire el aire por la parte posterior, haciéndole que recorra longitudinalmente el generador y expulsándolo por su parte anterior.

2.1.4. Cuadro de Control

Todo grupo electrógeno dispondrá de un cuadro de mando, control y señalización instalado en el mismo local donde se ubique dicho grupo electrógeno.

Este cuadro se atenderá en su instalación y composición general a lo especificado en otros documentos del Proyecto y en particular a las especificaciones que sobre cuadros se dan en el Pliego de Condiciones y a las normas que pueda dar la Dirección Facultativa.

Tanto el cuadro como el montaje de elementos y accesorios será responsabilidad del Contratista montador del grupo electrógeno, no admitiéndose como partida suplementaria ajena al mismo. El cuadro contendrá todos aquellos elementos de mando, control y señalización que se indiquen en Proyecto, así como aquellos que a juicio de la Dirección de obra puedan ser necesarios y útiles para determinar la marcha y buen funcionamiento de la instalación.

Será metálico construido en chapa de acero plegada y electrosoldada y puerta de doble hoja de 2 mm de espesor, perfilados con juntas de goma que permitirá en cualquier

momento la cómoda revisión y registro de todos los elementos componentes del cuadro, siendo el acceso frontal. Los aparatos de mando, señalización y medida se montarán en las puertas del mismo.

La protección contra la corrosión se realizará mediante fosfatado y pintura al horno del color a determinar por la Dirección Facultativa.

Como elementos generales contará con:

- Sistema de medida formado por voltímetro, amperímetros, frecuenciómetro, fasímetro y conmutadores voltímetricos. Las escalas serán adecuadas a las medidas previstas.
- Interruptor de corte general de características eléctricas indicadas en Proyecto y capaz de soportar las sobreintensidades que se puedan presentar.
- Juego de cortacircuitos fusibles que protegerán la línea de salida al cuadro general de baja tensión.

Si no se especifica otra cosa en los documentos de Proyecto, el conjunto de contactores para la conmutación red-grupo irá ubicado en el cuadro general de baja tensión o en el cuadro que se disponga para llevar a cabo esta conmutación, debiendo los elementos de maniobra llevar los enclavamientos necesarios para que no se produzca la conexión entre la red y el grupo electrógeno, simultáneamente cuando ambos estén bajo tensión.

Las funciones que deberá contener el automatismo del grupo, además de las particulares que se indiquen en otros documentos de Proyecto, serán:

- Desconectado
- Servicio automático
- Servicio de prueba
- Servicio manual

En el servicio automático la tensión de red quedará controlada en todo momento por un vigilante de tensión trifásico. En caso de fallo de red, el motor diesel recibirá la orden de arranque. Deberá preverse el sistema para repetir el arranque hasta dos veces para el caso de no funcionamiento del primer arranque, el tiempo de repetición de los arranques será definido por la Dirección Facultativa.

En el supuesto de que no se produjera el arranque con las dos repeticiones se señalará fallo en el cuadro.

Después de retornada la red, el grupo electrógeno seguirá funcionando durante un tiempo prefijado a determinar y a continuación se parará automáticamente.

En servicio de prueba se producirá el arranque del diesel automáticamente cuando se simule un fallo de red. En caso de que sobrevenga una avería verdadera el grupo electrógeno será capaz de tomar automáticamente la carga de emergencia.

En servicio manual se producirá el arranque y la parada accionando los pulsadores de marcha y paro manualmente. La conmutación se realizará de forma manual.

El cuadro de control dispondrá de un sistema de señalización y alarmas que deberán producir el paro del grupo electrógeno en caso de actuación de alguna de ellas. También contará con un pulsador de prueba de señales y alarmas.

Como medida de seguridad adicional irá equipado de un pulsador de parada de emergencia, que producirá el paro instantáneo del grupo.

Además de los aparatos señalados anteriormente como generales, el cuadro contará con los siguientes elementos específicos del uso a que se dedica:

- Automatismos electrónico de arranque y parada.
- Selector de funcionamiento: Desconectado-Automático-Manual.
- Pilotos y pulsadores de mando, señalización y prueba.
- Contador de tiempo de funcionamiento en horas.
- Indicador de nivel de combustible.
- Indicadores de temperatura de agua, presión de aceite del motor, tacómetro.
- Conmutadores, relés, temporizadores y cualquier otro elemento necesario para el buen funcionamiento del sistema.
- Sistema de carga de baterías para el arranque del motor. Deberá ser cargador estático y el sistema de carga será de flotación, pudiéndose seleccionar carga rápida o lenta.

Las alarmas y señalizaciones obligatorias con que contará el cuadro del grupo electrógeno serán las siguientes, de las cuales las cuatro últimas producirán la parada automática del grupo.

- Nivel mínimo de combustible
- Generador de motor no carga batería
- Cargador mantenimiento no carga batería

- Fallo de arranque del motor
- Baja presión del aceite
- Alta temperatura del agua de refrigeración
- Sobrecarga alternador
- Sobreintensidad
- El cuadro en su parte frontal contará con un esquema sinóptico de la instalación, todos los elementos estarán claramente identificados por medio de tarjeteros metálicos o plásticos, claramente legibles.
- El cuadro se dispondrá zonificado tendiendo a separar accionamientos mecánicos del motor de los meramente eléctricos.

2.2. Cuadros de distribución de Baja Tensión

Es cometido del Contratista el suministro, montaje y puesta a punto de todos los cuadros de distribución y maniobra que se indican en Proyecto, con todos los elementos y accesorios que sean requeridos para su buen funcionamiento y acabado, así como para el cumplimiento de las diferentes normativas o instrucciones exigibles al respecto.

Serán totalmente registrables por su parte delantera y contendrán los aparatos que se indiquen en el esquema de principio, disponiéndose sobre las puertas los elementos de mando, medida y señalización oportunos. Las puertas dispondrán de juntas de neopreno o polímero análogo para conseguir una buena estanqueidad al polvo y al agua, así mismo las bisagras serán interiores y dispondrán de maneta de apertura de puerta y posibilidad de incluir cerradura.

Los aparatos de protección (interruptores automáticos) que por su peso o dimensiones puedan producir deformaciones o pandeo a las puertas, se colocarán sobre bastidores metálicos resistentes a la corrosión y a la flexión, debiendo tener el mando por sistema de embrague u otro similar que no produzca trastornos al intentar registrar interiormente el cuadro. Siempre y cuando la intensidad nominal de dichos aparatos sea mayor o igual a 100 A., tendrán acceso directo desde el exterior del cuadro cuando el mismo se encuentre en locales restringidos.

El resto de los aparatos irán montados en panel metálico, independiente al armazón del cuadro y fijado por tornillo a éste, siendo los aparatos atornillados a dicho panel o fijados a carril DIN 46277. Estos elementos compuestos por PIA's, contactores, térmicos, relojes, etc, no serán accesibles desde el exterior del cuadro de forma directa, quedando protegidos bien con puertas, tapas o cualquier otro medio.

Todos los paneles que forman la carpintería metálica del cuadro estarán unidos eléctricamente entre sí y en uno de sus extremos se hará la conexión a la instalación de tierra que se realizará con cable de cobre desnudo de la sección adecuada, canalizado hasta llegar a los electrodos de toma de tierra o al sistema general de tierras.

Se cuidará especialmente la puesta a tierra de las puertas mediante trenza de cobre flexible de forma que se pueda abrir la puerta sin deterioro en dicha trenza.

El conjunto de la carpintería metálica descansará sobre una bancada de ladrillo macizo, nivelada, de 15 cm. de altura, fijándose este al piso mediante anclajes metálicos recibidos al piso con espiga roscada y doble tuerca.

Simétricamente y en la zona ocupada por el cuadro en su interior, se practicará en el piso un foso de 0,4 m de ancho y 0,25 m de profundidad como mínimo, de longitud igual a la del cuadro, al cual acometerán todas las líneas de llegada y circuitos de salida, debidamente ordenados para su correcta identificación y refrigeración.

En el interior de los cuadros no deberá producirse un calentamiento excesivo, disponiendo, si fuera necesario, de rejillas y aparatos para su ventilación. Para cuadros de potencia inferior a 100 Kw se dispondrán rejillas de ventilación natural.

En cuadros con potencia de acometida superior a 100 kW. se dispondrá ventilador de inyección de aire filtrado que sobrepresione y refrigere el interior. Por cada 100 kW más de potencia se dispondrá un nuevo sistema de ventilación forzada de sobrepresión.

En caso de necesitar embarrado común, éste será a base de pletinas de cobre electrolítico, de dimensiones normalizadas, pintadas con esmalte sintético, con los colores normalizados del código internacional para baja tensión, protegidas contra contactos accidentales mediante envolvente de plástico y soportadas por aislantes de porcelana o material de análogas características para 600 V de tensión de servicio. La distancia mínima entre dos pletinas adyacentes será tal que quede garantizada la seguridad y la resistencia mecánica de las mismas en caso de presentarse esfuerzos térmicos y dinámicos derivados de cortocircuitos en la instalación, las cuales deberán ser verificadas por el Contratista. Las derivaciones se harán mediante tornillería de material anticorrosivo, con rosca total, sobre tuerca, arandela del mismo material y arandela grower en cada conjunto.

Las derivaciones de barras generales a los diferentes circuitos podrán hacerse con pletina de cobre de dimensiones adecuadas a la intensidad permanente del circuito o con conductores de cable de cobre con aislamiento de 1000 V y terminales de presión adecuados en sus extremos de conexión, cuando la carga sea inferior en un 50 % de la intensidad admisible por las pletinas más pequeñas de fabricación normalizada.

Las canalizaciones internas estarán debidamente conducidas por canales ranurados y cerrados, debidamente fijados a los paneles para evitar pandeos y flechas excesivas.

Los conductores serán de cobre flexible con envoltura aislante, autoextinguible y no propagadora de llama, irán debidamente numerados y llevarán terminales de presión en

ambos extremos. El cableado se realizará ordenadamente con recorridos claros, de forma que sean fácilmente identificados los circuitos.

Las interconexiones de aparatos en elementos móviles, puertas, etc., se protegerán con cinta helicoidal de material plástico de manera que su recorrido sea mínimo y pueda abrirse el cuadro fácilmente sin deterioro de los cables de unión.

Todas las entradas y salidas del cuadro se realizarán por medio de bornas, convenientemente dimensionadas, numeradas y alojadas en el carril DIN 46277. Las piezas bajo tensión desnudas estarán separadas entre sí y con respecto a los paneles por una distancia no inferior a 5 cm.

Todas las secciones de los cables serán las adecuadas para poder soportar las intensidades previstas, con las caídas de tensión admisibles.

Si desde el cuadro se protege o maniobra instalaciones tales como mecánicas, acondicionamiento, contraincendios, etc., se incluirá en su parte superior frontal un esquema sinóptico en metacrilato, con representación mimética del esquema de principio de la instalación, situando en cada máquina y en cada fase de salida de las líneas, pilotos de señalización, disponiendo para todo el pilotaje, tanto el del cuadro como el del sinóptico, de un conmutador de tres posiciones (apagado, estado de instalación y prueba de pilotos). Previo a su construcción, el panel sinóptico deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa, quedando a su consideración las dimensiones y rectificaciones de diseño en orden a una terminación estética funcional del conjunto cuadro-sinóptico.

Los disparos y actuaciones de términos o diferenciales tendrán su alarma por piloto y bocina, que como mínimo será 1 por módulo en su identificación óptima, disponiéndose térmicos y guardamotors para todos los motores de la instalación, así como contactores para sus correspondientes enclavamientos e interruptores Cero-Manual-Automático-Horario para la maniobra. En todos los motores de potencia mayor o igual a 7,5 CV (5,5 Kw) será exigible el arranque estrella-triángulo. Los interruptores automáticos magnetotérmicos previstos para maquinaria y motores serán del tipo adecuado para soportar las sobreintensidades previstas en los arranques de dichos equipos. Para cualquier unidad dispuesta fuera de la visión del cuadro, se dispondrá de corte de potencia a pie de máquina.

Como norma general, se tenderá a la zonificación del cuadro, bien por sectorización a base de diferenciales, o bien de forma que aparatos que atiendan a servicios iguales se agrupen en un mismo panel, debiendo ir todos los interruptores, aparatos de señalización y medida convenientemente etiquetados, siendo los de medida de las escalas adecuadas a la magnitud del parámetro previsto, señalizándose con flecha roja el valor máximo y en azul el nominal, con elementos duraderos, no permitiendo rótulos de elementos adhesivos y fácilmente deteriorables, debiendo indicar la función de cada uno de ellos. Igualmente, en el interior, todos los elementos del cuadro quedarán alojados de forma perfectamente

accesible y registrable, siendo identificables todas las protecciones, disponiendo así mismo, de sus códigos correspondientes.

No se permitirá la sustitución de varios neutros por uno único, tanto para maniobra, señalización o simplificaciones análogas, salvo autorización expresa de la Dirección Facultativa.

Se deberá dejar espacio libre de reserva para que en el caso de una ampliación reducida, pueda instalarse ésta en dicho cuadro (reserva a prever 1/5 del volumen ocupado).

Todo el material citado deberá haber sido sometido a las pruebas exigidas por las normas UNE y cumplirán las recomendaciones de la AEE.

El Contratista colocará sobre el cuadro una placa metálica impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial y fecha en que se realizó la instalación y dispondrá en el módulo principal cajetín conteniendo los planos con los esquemas unifilares, trifilares y de identificación de sus componentes.

2.3. Cuadros eléctricos secundarios

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto los cuadros secundarios con la situación y elementos indicados en Proyecto, así como todos los accesorios necesarios para el buen funcionamiento y acabado de los mismos.

En estos cuadros se ubicarán dispositivos de mando y protección para cada una de las salidas de distribución y alimentación directa, identificando el circuito al que pertenecen para su fácil manejo y localización, siendo el poder de corte del interruptor general, el adecuado a la intensidad de cortocircuito que se pueda prever en ese punto del circuito y en ningún caso inferior a 6 kA a 50 Hz.

En todos los cuadros figurará la marca y el modelo, y en su defecto, el nombre del fabricante, así como la fecha de fabricación de los mismos.

Serán de tipo armario con puerta frontal de amplia apertura articulada por bisagras interiores y con posibilidad de colocar cerradura, pudiendo ser metálicos, de material aislante o mixto, según se indique en otros documentos del Proyecto.

Los metálicos serán contruidos en chapa de acero de 1,5 mm de espesor, tratado químicamente para eliminar grasas o impurezas y dejarla limpia para aplicar tres manos de pintura al duco del color a determinar por la Dirección Facultativa. Las bisagras quedarán ocultas, así como toda la tornillería de montaje propia del cuadro, o de los aparatos a montar en él; serán registrables por el frente para la conexión de los interruptores automáticos diferenciales, y del resto del aparellaje.

Los embarrados serán verticales, siendo en pletina de cobre con intensidades de 150 a 250 A., según necesidades. Llevarán regletas para el neutro y la puesta a tierra. Los embarrados, tanto de neutro como de fases, irán debidamente aislados y protegidos de forma que se eviten contactos accidentales. Así mismo quedarán identificados con los colores reglamentarios.

Se cuidará la puesta a tierra del cuadro y en especial de la puerta mediante cable flexible o trenza de cobre.

Los de material aislante serán contruidos con doble aislamiento, con puerta sujeta con bisagras ajustables a presión o por tornillos, siendo registrables por el frente para la conexión de interruptores automáticos y diferenciales. Los embarrados serán horizontales, siendo de intensidad suficiente de acuerdo con las necesidades de servicio y llevarán regleta de conexión de neutro y tierra.

Las bases de los embarrados principales y de neutro estarán hechas de materiales de gran capacidad de aislamiento y una alta resistencia a la absorción de humedad.

Todos los cuadros estarán contruidos por uno o más interruptores diferenciales y pequeños interruptores automáticos en número igual al de circuitos de la instalación interior. Actuando los diferenciales de cada sectorización como dispositivos generales de mando de la instalación en cada sector. En el reparto de circuitos monofásicos se presentará especial atención a que las tomas de cada fase queden potencialmente equilibradas.

La colocación de los cuadros se hará en los lugares indicados en los planos del Proyecto y a una altura media de 1,65 m sobre el pavimento y en lugares fácilmente accesibles y de uso común cuando sea edificios de oficinas capaces de ser ocupados por uno varios inquilinos. En el caso de lugares de pública concurrencia estos cuadros de instalarán en locales o recintos sin acceso directo del público o personas ajenas a la instalación. Según se indique en Proyecto podrán ser de superficie o empotrables. en cualquier caso las características de su ubicación definitiva serán a determinar en obra, por la Dirección Facultativa.

Todas las entradas y salidas de neutros y tomas de tierra se harán mediante bornas o clemas convenientemente dimensionadas.

Todos los elementos deberán ser perfectamente accesibles, debiendo evitar que la sustitución de cualquier interruptor o cable implique una engorrosa y complicada operación.

Especial atención se prestará a la acometida de las canalizaciones al cuadro, tanto si este es empotrado como de superficie. Las canalizaciones deberán estar perfectamente

emboquilladas, peinadas y ordenadas en su acometida al cuadro, dotadas de sus correspondientes manguitos y adaptadores. Se deberán tomar las debidas precauciones tanto en obra como para su posterior utilización, de forma que no puedan penetrar pegotes de yeso, mortero o elementos similares de construcción en su interior, por lo que las uniones canalización-cuadro deberán ser independientes y estancas. Así mismo el cableado interior estará perfectamente identificado, peinado y ordenado.

Los cuadros dispondrán del espacio necesario para alojar todos los elementos de mando y protección, así como espacio de reserva para que en el caso de una ampliación reducida ésta pueda instalarse en el cuadro. Estos espacios vendrán normalizados por módulos y los aparatos se fijarán mediante perfil DIN. (Reserva mínima a prever 1/5 de su capacidad).

El Contratista queda obligado a efectuar con el material completo por él aportado, la comprobación del perfecto funcionamiento de todos los elementos que componen dicho cuadro en presencia de la Dirección Facultativa sin perjuicio de la petición de comprobación oficial.

Todos los materiales así como la instalación, cumplirán las normas UNE, el REBT y las instrucciones dadas por la Dirección de la obra.

En la parte posterior de la puerta se fijará la reseña con la identificación de los circuitos de acuerdo a su numeración de Proyecto, así como el esquema del cuadro o de la distribución en planta según criterio de la Dirección Facultativa.

En la recepción provisional con cada cuadro se entregará plano o planos de identificación de circuitos, de forma que cada terminal quede perfectamente identificado con su protección y circuito correspondiente. De estos planos, al igual que el resto que compongan el suministro de información, deberá entregarse el correspondiente vegetal, para los futuros cambios.

2.4. Protecciones

2.4.1. Interruptores automáticos

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto todos los interruptores automáticos en el número y calibrado adecuado, necesarios para la correcta protección de la instalación eléctrica, con la situación y características indicadas en el Proyecto, así como todos los elementos y accesorios que se requieran para la fijación y buen funcionamiento de los mismos.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, realizándose la desconexión en el tiempo conveniente y estando

dimensionados para soportar las sobreintensidades previsibles, tanto de sobrecarga como de cortocircuito.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman el circuito, incluido el neutro, se protegerán contra las sobreintensidades.

El interruptor podrá disponer de corte omnipolar o corte únicamente de las fases bajo acción de un elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

En caso de cortocircuito, el interruptor dispondrá de la adecuada capacidad de corte que estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto de la instalación, siendo obligación del Contratista la verificación y obtención de las características de cortocircuito y datos de compañía referentes a este tema, de forma que la instalación quede perfectamente protegida.

Los elementos actuadores serán:

- Sobrecargas: Sistemas de corte térmico.
- Cortocircuito: Sistema de corte electromagnético.

Los interruptores deberán soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, con el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas adecuadas y cortando la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar posiciones intermedias entre las de cierre y apertura. Así mismo la velocidad de actuación de cierre o apertura de los contactos será independiente de la fuerza aplicada sobre el mando del interruptor.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, el símbolo que indique las características de desconexión, marca y tipo, así como las curvas de desconexión.

Se indicarán claramente las posiciones de "cerrado" y "abierto" por medio de rótulos o señales adecuadas, en el mecanismo de maniobra.

La maniobra de los interruptores automáticos podrá realizarse mecánica o eléctricamente, con dispositivo de conexión y desconexión brusca, mediante resortes precargados por acumulación de energía.

Todos los interruptores que requieran en su funcionamiento conexiones, desconexiones y rearmes posibles y frecuentes, irán debidamente motorizados y automatizados. Así mismo los juegos de interruptores previstos para las conmutaciones de diversas redes de abastecimiento eléctrico dispondrán de enclavamiento electromecánico y la correspondiente motorización para los rearmes y reconexiones.

Los elementos encargados de eliminar las sobreintensidades dadas en los interruptores automáticos no deberán producir proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas y objetos.

Entre los diferentes interruptores automáticos deberá establecerse una adecuada coordinación de actuación o selectividad para que la parte desconectada en caso de avería sea la menor posible.

Los interruptores automáticos podrán ser de caja moldeada o de bastidor, según las características de la instalación y la intensidad nominal de servicio.

Las cajas de los interruptores automáticos serán fabricadas con material aislante de alta calidad y elevada rigidez dieléctrica.

El material base para la formación de los contactos será de aleación de plata de alta conductibilidad, estando sobredimensionados de forma que la fusión de los contactos sea improbable.

Los resortes para conseguir la ruptura brusca en el disparo no se usarán como elementos de conducción de corriente, debiendo ser metálicos y que al igual que el resto de las piezas metálicas deberán ir adecuadamente tratadas para evitar la corrosión y el desgaste prematuro.

Los interruptores automáticos poseerán elemento térmico compensado para variaciones de la temperatura ambiente, debiendo ser el disparo independiente de ésta.

Estarán fijados por medio de perfiles si son fijos, o bornas enchufables cuando sean extraíbles, no podrán estar soportados en la puerta, sino mediante perfiles soldados a la estructura del cuadro, pudiendo ser el mando tumbler, rotativo directo o extensible por embrague.

Los interruptores automáticos extraíbles dispondrán de un elemento de seguridad que provoque la apertura del interruptor si se extrae o inserta en posición de "cerrado".

Cuando los interruptores automáticos estén sometidos a vibraciones, su fijación se realizará mediante suspensiones antivibratorias.

Los interruptores automáticos podrán utilizarse como interruptores de maniobra en carga simplemente eliminando los dispositivos magnetotérmicos.

Los interruptores deberán instalarse con todos los elementos y accesorios que su buen funcionamiento requiera, para la misión en que han de ser empleados, cumpliendo todo el conjunto con las normas UNE correspondientes.

2.4.2. Fusibles y Bases

Serán suministrados, montados y puestos a punto por el Contratista adjudicatario de la obra, con todos aquellos elementos y accesorios necesarios para su buen funcionamiento, ateniéndose en todo momento a las características indicadas en el Proyecto y a las normas que dicte la Dirección Facultativa.

Se emplearán como dispositivos de protección de alta capacidad de ruptura contra sobrecargas y cortocircuitos, debiendo ir calibrados y con las características de funcionamiento adecuadas.

Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno.

Tanto las bases como los cortacircuitos fusibles llevarán inscrito de forma indeleble y bien visible, la marca y tipo del fabricante, así como la tensión e intensidad nominales.

Los cortacircuitos fusibles estarán formados por un cuerpo aislante con alto valor antihigroscópico y elevada resistencia a los esfuerzos térmicos y dinámicos.

El elemento fusible estará formado por uno o varios conductores en cuyo centro llevarán dispuesto un punto de aleación adecuada, con un diseño y calibrado correcto que cumpla con lo reseñado en normas para las diferentes características de tiempo-intensidad, este elemento garantizará una mínima disipación de potencia.

Las cápsulas de cierre o los elementos de contacto estarán tratados electrolíticamente para evitar oxidaciones que puedan alterar la resistencia de contacto e irán montados convenientemente a presión o por tornillos, sobre el cuerpo aislante logrando un cierre perfecto.

La cámara de fusión que aloja al elemento fusible irá rellena de arena de cuarzo de alta calidad que ocupará todo el volumen de dicha cámara, estará exento de partículas

metálicas, tamizado en grano uniforme y compacto para producir la máxima rapidez de enfriamiento y extinción del arco.

La construcción de los cortacircuitos será tal que podrán soportar durante tiempo indefinido su intensidad nominal sin que el calentamiento produzca envejecimiento que sea capaz de modificar sus características tiempo-intensidad y poder de corte; así mismo podrán conectarse a sus terminales, aparte de pletinas, cualquier tipo de cable con la seguridad de que su aislamiento no será afectado por exceso de calor.

Dispondrán de un indicador de fusión de color contrastado con el de las placas o cápsulas de cierre, para mayor claridad y accionado por resorte, así mismo podrá disponer de un percutor para accionar un circuito auxiliar, cuando se requiera su uso en alguna aplicación de mando o control, desarrollando este elemento un desplazamiento y fuerza de impacto según normas.

Las bases serán de material aislante cerámico con baño de elementos vitrificados, o en su lugar, de elementos sintéticos de cualidades análogas, siendo estos inalterables por los agentes atmosféricos, resistentes a la humedad y de resistencia mecánica adecuada para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos, no debiendo sufrir deterioros por la temperatura a que dé lugar su funcionamiento en la máximas condiciones posibles admitidas.

Estarán provistas de contactos de presión protegidos contra la corrosión, de forma que la impedancia resultante sea mínima e independiente de usos repetitivos y moderados. Se tratará que el contacto base-cortacircuito sea directo.

Evitarán la proyección del metal en caso de fusión y el acceso en servicio a partes bajo tensión.

Los terminales para la fijación de los conductores deberán tener el tamaño adecuado para que pueda introducirse fácilmente el conductor con la envoltura de protección. Serán de material de alta conductividad e inatacables por los agentes atmosféricos y esfuerzos térmicos, debiendo ir provistos de elementos que permitan lograr la presión necesaria sobre el terminal de conductor.

Las conexiones entre partes conductoras de corriente deben efectuarse de modo que no puedan aflojarse por el calentamiento natural de servicio, ni por la alteración de los materiales aislantes, no por fenómenos vibratorios.

En los casos en que una línea o circuito sea trifásico, los cortacircuitos se agruparán en una base tripolar, debiendo ir las fases convenientemente protegidas entre sí por medio de separadores de material aislante. Así mismo los circuitos monofásicos en distancias inferiores a 15 cm. dispondrán de separadores.

Las bases estarán fijadas sobre panel, por medio de tornillos o en carril DIN 46277.

Los cartuchos fusibles deberán estar contruidos de forma que no puedan ser abiertos sin herramientas y los de hasta 60 A. estarán contruidos de forma que sea imposible el reemplazamiento de un fusible de intensidad dada por otro de intensidad superior a la nominal de las bases.

Como parte del equipo se suministrarán empuñaduras aislantes para la maniobra bajo tensión de todos los cartuchos instalados (1 por cada 15 cartuchos).

La distancia mínima entre partes en tensión o entre éstas y tierra será la fijada por los reglamentos vigentes.

Todo el material se ajustará a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, fusión y cortacircuitos exigido a esta clase de material por las normas UNE y recomendaciones de la AEE.

2.4.3. Diferenciales

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto los interruptores con protección diferencial, en número, calibrado y sensibilidad necesarios para la correcta protección de la instalación eléctrica, con la situación y características indicadas en el Proyecto, así como todos los elementos necesarios para la fijación y buen funcionamiento de los mismos, estando de acuerdo en todo momento con lo indicado en el REBT y sus instrucciones complementarias.

Estos interruptores tendrán como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas para las personas. Esta protección será independiente de la protección magnetotérmica de circuitos y aparatos, estando previsto su calibre para una intensidad igual o mayor a la máxima que pueda circular por la línea que protege.

Reaccionarán con toda intensidad de derivación a tierra que alcance o supere el valor de la sensibilidad del aparato, disponiéndose en instalaciones sin puesta a tierra diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) y en casos especiales la resistencia de puesta a tierra y la sensibilidad será la que se exija bien por normas o bien especificándolo en Proyecto.

La capacidad de maniobra debe garantizar en caso de derivación a tierra una desconexión perfecta. Si diera señales de funcionamiento anómalo y sus contactos no ofrecieran la debida seguridad, se procedería a la sustitución de este diferencial por otro totalmente nuevo.

Estos interruptores podrán ser diferenciales puros o magnetotérmicos diferenciales, según lo exijan las características de la instalación, debiendo en el primer caso, disponer la línea de una secuencia de protección contra sobreintensidades, formada por fusibles o interruptores automáticos magnetotérmicos que protegerán el diferencial y serán colocados delante de éste.

En ambas disposiciones, tanto mixtos como puros, los interruptores tomarán cuerpo único en material aislante del tipo caja moldeada.

Si el calibre de intensidad nominal supera a las existencias en el mercado se instalará la protección diferencial con elementos separados a base de:

- Transformador toroidal.
- Relé diferencial de sensibilidad regulable y temporización del disparo entre 0 y 1s.
- Cortacircuitos de protección del mando.
- Bornas de conexión.
- Interruptor automático o contactor dotados de bobina de emisión.
- Contactos auxiliares para la emisión de señales tanto de control como de alarmas que se indiquen requieran en el Proyecto.

Por los sistemas o interruptores de protección diferencial pasarán todos los conductores de alimentación a receptores, incluido el neutro y el corte se realizará de todos los polos activos, esto es, fase y neutro, debiendo prestarse especial importancia al tipo de corriente que va a circular por el interruptor diferencial, sobre todo si pueden aparecer corrientes pulsantes por conexión de equipos electrónicos y para lo cual habrá de preverse el diferencial oportuno. Así mismo deberá considerarse la posibilidad de la existencia de sobretensiones, para lo que se preverá en el diferencial la protección oportuna contra disparos intempestivos.

Cuando el diferencial deba proteger la distribución metálica en la que está montado, entonces hay que proveer de aislamiento protector la parte de entrada del interruptor.

Los interruptores para protección diferencial pura deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Los polos estarán separados por tabiques aislantes e irán equipados con contactos de aleaciones de plata de alta conductividad, llevarán además cámaras de corte que se ocuparán de la rápida extinción del arco.
- Estarán equipados con un mecanismo de enganche y desenganche brusco de maniobra independiente, cuya palanca permite identificar la posición del aparato (abierto-disparado-cerrado).

- Un disparador diferencial que provoque el disparo del interruptor en caso de una falta a tierra de intensidad igual o superior a la sensibilidad regulada en el aparato, actuando sobre la bobina de disparo con que irá equipado dicho interruptor.
- Pulsador de ensayo para comprobar el funcionamiento, creando artificialmente una fuga que debe provocar el disparo.
- Los equipos de protección diferencial a partir de 100 A. irán preparados para disparadores shunt, además llevarán contactos auxiliares para señalización del disparo diferencial. Así mismo dispondrán de la posibilidad de reconexión automática y rearme a distancia.
- Los interruptores diferenciales magnetotérmicos irán equipados además de los elementos señalados para los diferenciales puros, con los siguientes:
- Un disparador magnetotérmico por polo protegido, regulable que asegure la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- La temporización del disparo podrá regularse en el margen de 0 a 1 segundo.

Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, mecanismos, fusión y automatismos exigidos a esta clase de material por la norma UNE, recomendaciones AEE y exigencias análogas que a juicio de la Dirección Facultativa sean requeridas.

Todos los relés diferenciales llevarán indicador de actuación señalizado mediante pilotos colocados en lugares visibles del cuadro y quedando éstos perfectamente identificados.

La señalización acústica será definida para aquellos casos especiales que así lo requieran, siendo potestad de la Dirección Facultativa la elección de este tipo de señalización.

Sea cual sea el número, distribución y ubicación de los diferenciales, el Contratista garantizará la selectividad lógica de los mismos, ya sea cronométrica, amperimétrica o ambas conjuntamente.

2.4.4. Pequeños interruptores automáticos (PIAS)

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto los PIAS necesarios para el buen funcionamiento de la instalación. Todos los circuitos que salgan del cuadro estarán convenientemente protegidos contra sobreintensidades mediante PIAS de capacidad de corte adecuada.

Cada PIA llevará inscrito de forma indeleble la marca, tipo, tensión nominal, intensidad nominal y poder de cortocircuito, no siendo este menor de 3 KA en ningún caso.

Estarán constituidos por envoltorio de material aislante, sistema de conexiones y dispositivos de protección contra sobrecarga y cortocircuito.

El sistema de protección contra sobrecargas estará formado por bilamina o sistema equivalente de par térmico, el de protección contra cortocircuitos por bobina de disparo magnético. Poseerá tantos polos protegidos como fases tenga el circuito que protegen.

El material base para la formación de los contactos será de aleación de plata de alta conductibilidad, dimensionados de forma que la fusión de los contactos sea improbable.

Los resortes para conseguir la ruptura brusca en el disparo no serán elementos de conducción de corriente, debiendo ser metálicos y protegidos contra la corrosión.

Se fijarán por medio de carril DIN 46277 al cuadro o caja correspondiente por lo que estarán provistos de un dispositivo de sujeción a presión para que puedan fijarse rápidamente y de manera segura en dicho carril.

Estos interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos exigidos a esta clase de material para la norma UNE 20347-81 IR y estarán sujetos a las normas DIN 40050 y UNE 20324 y a las recomendaciones CEI y UNESA.

En el caso de que se utilice material no nacional, éste se acompañará de documentación en la que se indique este tipo de interruptor se ha ensayado de acuerdo con la norma UNE correspondiente y que concuerde con la CEI-19.

2.4.5. Contactores y Guardamotores

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto los contactores y guardamotores en el número y calibrado adecuado, necesarios para la correcta protección y funcionamiento de la instalación eléctrica, con la situación y características indicadas en el Proyecto, así como todos los elementos y accesorios que se requieran para la fijación y buen funcionamiento de los mismos.

Su construcción debe estar realizada a base de materiales de primera calidad, de forma que se garantice la resistencia mecánica y dieléctrica adecuada al empleo que se les den.

Los contactos serán de cobre electrolítico, montados siguiendo el sistema de doble corte, con superficie y presión al cierre que evite toda posibilidad de deslizamiento.

Las cámaras de extinción estarán recubiertas por una forma de cerámica que colabore al apagado del arco sin manifestación exterior posible.

Las bornas, tanto de los contactos principales como de los auxiliares, bobina, etc., irán descubiertas para simplificar su conexión.

Deberán admitir, como mínimo, una frecuencia de maniobra de 30 conexiones por hora.

Todos los contactos corresponderán a las exigencias de las normas UNE y CEI.

Los equipos guardamotores estarán constituidos por un contactor y un relé térmico regulable tripolares, destinados a la protección contra sobreintensidades, los cuales deberán presentar una gran resistencia a los efectos de cortocircuitos.

Dispondrán de rearme manual e irán equipados con bloques de contactos auxiliares que serán del tipo recambiable.

Los relés térmicos corresponderán a la intensidad nominal del motor a proteger, teniendo en cuenta que en los arrancadores estrella-triángulo el relé térmico adecuado estará calibrado para un valor igual a $I_n/3$ y el relé de tiempo temporizado con regulación entre 4 y 20 segundos.

El mando se hará por interruptores Cero-manual-Automático de tres posiciones, salvo que en Proyecto se indique lo contrario o se especifique otra funcionabilidad.

Los contactores se elegirán para un 20% más de capacidad nominal de los mismos.

Se procurará en el suministro de los contactores que éstos dispongan de contactos auxiliares en reserva, como mínimo uno de apertura y otra de cierre.

2.5. Aparatos de medida

2.5.1. Aparatos de medida para fijar en cuadros

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto los aparatos de medida indicados en Proyecto o aquellos que la Dirección de la obra dictamine para la verificación de los parámetros de la instalación, así como todos aquellos elementos auxiliares necesarios para la fijación y el correcto funcionamiento de los mismos.

Serán de empotrar, con zócalo cuadrado de 96 x 96 mm en ejecución metálica con protección anticorrosiva y pintura al horno, siendo el marco de color negro RAL 9005. La fijación se realizará por su parte posterior.

El sistema de medida será el adecuado al tipo corriente y magnitud a medir, prestándose especial atención a la escala seleccionada, debiendo ser ésta de sensibilidad adecuada al parámetro que deba medir y quedando el valor máximo medido por encima de la mitad de la escala. En última instancia será la Dirección Facultativa la que fije la sensibilidad del aparato según la precisión del mismo y la magnitud medida. Todos los aparatos dispondrán de un dispositivo exterior de regulación para el ajuste a cero.

Las escalas se realizarán en negro sobre fondo blanco y serán inalterables con el tiempo, los finales de escala, el divisionado y las agujas seguirán las normas UNE y DIN correspondientes.

En todos los aparatos se indicará el nombre del fabricante y en la parte inferior izquierda de la escala se reflejarán los siguientes datos con símbolos normalizados:

- Sistema de medida
- Tipo de corriente capaz de medir
- Clase de precisión
- Posición de trabajo
- Tensión de prueba
- Modelo

El montaje de los aparatos será tal que refleje realmente la magnitud y el concepto medido, evitando puntos muertos o acciones indirectas que desvíen el punto de medición que interesa conseguir. Si el parámetro a medir estuviese automáticamente controlado o dispusiese de sonda de medida a distancia, tanto sondas como el punto de captación del aparato de medida estarán próximos, de forma que no pueda aludirse diferenciación de medida o actuación por ubicación.

La reposición, contraste o calibrado de los aparatos podrá realizarse estando los sistemas en activo por lo que el montaje deberá estar previsto con este condicionante.

El posicionamiento de los aparatos será tal que puedan ser fácilmente leídos por el usuario en las situaciones normales de trabajo y maniobra, llevando los mismos, indicadores de funcionamiento nominal y máximo previstos. Esta señalización estará normalizada en todos los aparatos de la instalación y serán fijadas adecuadamente para que no puedan desprenderse.

Todos aquellos aparatos que no cumpliesen con lo dispuesto en esta especificación o posteriores dictadas por la Dirección Facultativa serán rechazados.

2.5.2. Registradores

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto todos los registradores de medida exigidos en los documentos de Proyecto así como aquellos otros que la Dirección de obra considere oportuno colocar en la instalación para la verificación y control de los parámetros de la misma. También será competencia del Contratista el suministro y montaje de todos aquellos elementos y accesorios necesarios para la fijación, acabado y correcto funcionamiento de los mismos.

Todos los aparatos serán de las marcas y características indicadas en Proyecto, no admitiéndose variaciones sobre los mismos sin previo aviso y consentimiento de la Dirección Facultativa que será la encargada de aceptar o rechazar la variante propuesta.

Cada registrador estará previsto y adecuado convenientemente a la magnitud a medir y registrar, prestándose especial atención a la escala seleccionada, debiendo ser ésta de sensibilidad adecuada a dicha magnitud. En última instancia será la Dirección Facultativa la que fije la sensibilidad del aparato según la precisión del mismo y al parámetro medido.

Estos aparatos deberán registrar ininterrumpidamente durante todo el período prefijado de medición, las variaciones de la magnitud a medir, sin que se produzcan puntos muertos o errores apreciables en el registro.

Los componentes esenciales de estos instrumentos serán:

- Motor controlado por mecanismo de relojería para el avance del papel registrador.
- Elemento medidor.
- Brazo registrador.
- Mecanismo de palanca entre el elemento medidor y el brazo registrador.

Todos estos elementos, que serán de la mejor calidad, estarán dispuestos sobre una base sólida estable, formando una construcción robusta, de modo que esté garantizada su coordinación fija y en consecuencia la exactitud de la medición. Para la protección del mecanismo medidor contra daños mecánicos o ambientales y según se estipule en Proyecto el grado de protección, se dispondrá una caja envolvente de todo el conjunto, construida en materiales ligeros y resistentes tanto a los esfuerzos térmicos y mecánicos como a los agentes corrosivos.

Esta caja o envolvente de protección deberá permitir un registro claro de los valores medidos, así como una fácil lectura de los mismos por parte del personal usuario del aparato, sin necesidad de retirar la caja protectora. Si los aparatos son portátiles permitirán un manejo simple.

Según el lugar de uso o a juicio de la Dirección Facultativa, los registradores contarán con cerradura o podrán ser fácilmente precintables.

El registro se realizará sobre rollo de papel diagrama impreso en coordenadas cartesianas, si no se indica lo contrario en otros documentos de Proyecto, con las escalas que correspondan a cada caso particular. El trazado será a tinta, ya sea mediante plumilla de fibra o recargables. En este último caso la reserva de tinta deberá encontrarse protegida contra la absorción de agua en caso de humedades altas o contra la sequedad en caso de humedades bajas y altas temperaturas. Así mismo se garantizará la larga durabilidad de la reserva de tinta.

La forma de registro podrá ser bien a trazo continuo o bien por puntos a determinar por la Dirección Facultativa, según las condiciones y características de las medidas.

El montaje de los aparatos se realizará empotrado en los cuadros dispuestos al efecto, salvo especificación en contra indicada en el Proyecto o por la Dirección Facultativa.

La reposición, contraste o calibración podrá hacerse estando el sistema en activo, por lo que el montaje deberá estar previsto con este condicionante.

El posicionamiento de los aparatos será tal que puedan ser fácilmente leídos por el usuario en situaciones normales de trabajo y maniobra, llevando los mismos indicadores de funcionamiento nominal y máximo previsto, pudiendo disponerse contactos para servicios de alarmas en caso necesario.

El Contratista deberá suministrar con cada registrador un juego completo de diagramas para las diferentes escalas que se puedan montar en el aparato, así como un juego de plumillas de trazado si éstas son recambiables.

Todos los aparatos cumplirán con lo dispuesto en las normas UNE y con lo expuesto en esta especificaciones o con posteriores normas dictadas por la Dirección Facultativa.

2.6. Conductores

2.6.1. Conductores eléctricos con aislamiento de 750 V

Serán suministrados, montados, puestos a punto y verificados por el Contratista, los conductores eléctricos con aislamiento de 750 V., incluyendo todos aquellos elementos y accesorios necesarios para su buen acabado y funcionamiento, ateniéndose en todo momento a las características indicadas en Proyecto, dictámenes de la Dirección Facultativa y normativa vigente al respecto.

En relación a los recorridos de los diferentes cableados, se señala que los indicados en Proyecto son orientativos y básicos, entendiéndose consecuentemente que el material contratado responde a longitudes precisas para el montaje de acuerdo a las necesidades de la obra o los condicionantes descritos anteriormente.

Serán del tipo y denominación fijadas en Proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se adapten al tipo exigido, siendo estos de marca de reconocida garantía técnica. Se ajustarán en todo momento a los dispuesto en las normas UNE, VDE, y al REBT, instrucción MI BT 017.

Serán de cobre electrolítico, aislamiento ES07Z1-K.

Los cables sólo se podrán empalmar en cajas dispuestas al efecto y mediante elementos de conexión que garanticen una perfecta continuidad eléctrica, tales como bornas o conectores, no admitiéndose empalmes de hilos o cables por simple retorcimiento bajo ningún concepto en el interior de cajas. Sólo se admitirán empalmes para derivaciones secundarias quedando terminantemente prohibida su aplicación para extensión o reforma de líneas.

Los conductores irán siempre canalizados bajo tubería, canales o electrocanal, en ningún caso al aire o fijados sobre las paredes, señalizándose dentro de la canalización para su fácil identificación, siendo del mismo color cada fase o neutro en todo su recorrido, siendo estos colores los normalizados. Para su tendido y posterior mantenimiento, sus redes canalizadas deberán disponer de sus correspondientes cajas de registro, con un máximo de 1 caja cada 15 m de recorrido lineal, interpretándose cualquier curva o quiebro como 3 m de longitud lineal equivalente. Las cajas de derivación pueden considerarse así mismo como de registro. De todo lo anterior se deduce que sólo se accederá al cable en las cajas de registro o cuadros correspondientes. Sus embornamientos terminales deberán quedar dieléctricamente protegidos.

Si los conductores son unipolares se agruparán por circuito con abrazaderas o bridas adecuadas.

La sección mínima será de 2,5 mm² tanto para fuerza como para alumbrado incluso en derivaciones de alumbrado de poca potencia, salvo indicación expreso en contra, reiterando que todas las conexiones se realizarán con terminales adecuados.

2.6.2. Conductores eléctricos con aislamiento de 0,6/1 kV

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto los conductores eléctricos con aislamiento 0,6/1 kV necesarios para el buen funcionamiento y correcta distribución de la energía eléctrica en el edificio, así como todos los accesorios que se precisen para el buen acabado de la instalación, ateniéndose en todo momento a las características

indicadas en Proyecto y dictámenes de la Dirección Facultativa y normativa vigente al respecto.

En relación a los recorridos de los diferentes cableados, se señala que los indicados en Proyecto son orientativos y básicos, entendiéndose consecuentemente, que el material contratado responde a las longitudes precisas para el montaje, de acuerdo a las necesidades de la obra o los condicionantes descritos anteriormente.

Cumplirán en todo momento lo dispuesto en las normas UNE, VDE y el REBT, en especial sus instrucciones complementarias MI BT-004 y MI BT 007.

Estarán fabricados en cobre o aluminio, aislamiento RZ1-K o RZ1-K (AS+).

Serán ligeros y fáciles de instalar, poseerán una alta resistencia a la humedad y a los agentes químicos y atmosféricos. La cubierta será resistente a la abrasión.

Tanto la cubierta como el aislamiento interior será ignífugos resultando cables capaces de soportar satisfactoriamente el ensayo de la norma UNE 20247 por lo tanto, estos cables deben ser autoextinguibles, no propagar la llama y los volátiles desprendidos no serán combustibles. También se tenderá en lo posible a colocar cables que no desprendan humos opacos, tóxicos ni corrosivos. Se colocarán cables tripolares o tetrapolares hasta secciones de 70 mm² y para secciones superiores se emplearán cables unipolares formando ternos, éstos irán en tubo o en bandeja y en ningún caso fijados sobre la pared directamente. La máxima sección admisible en cables unipolares será de 150 mm², salvo indicación expresa en otros documentos del Proyecto.

Las derivaciones o empalmes sólo se podrán realizar en caja dispuesta para este fin, con los elementos necesarios de conexión que garanticen una perfecta continuidad eléctrica. Sólo se admitirán empalmes para derivación, quedando terminantemente prohibido su aplicación para extensión o reforma de líneas. Su registro de montaje y mantenimiento quedará garantizado por cajas cada 15 m. lineales de canalización, interpretándose cualquier curva o quiebro como 3 m. de longitud lineal equivalente. Las cajas de derivación podrán considerarse así mismo como de registro. Si el montaje se realiza al aire dispondrá de fijadores o argollas deslizadores cada 80 cm. como máximo. En estos casos las acometidas a cuadros o cajas serán a través de boquillas estancas. Sus embornamientos terminales deberán estar protegidos.

En el montaje de estos cables el radio mínimo de curvatura en los ángulos o cambios de dirección de su trazado equivaldrá a:

- 10 veces el diámetro exterior de cable en los unipolares.
- 5 veces el diámetro exterior cuando éste sea menor de 25 mm de diámetro.
- 6 veces el diámetro exterior cuando éste sea de 25 a 50 mm de diámetro.

- 7 veces el diámetro exterior cuando éste sea superior a 50 mm de diámetro.

Los tres últimos puntos se refieren a cables multipolares. Los protegidos con armaduras el radio mínimo será 10 veces al diámetro exterior del cable.

2.7. Canalizaciones

2.7.1. Generalidades

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto todos aquellos elementos necesarios para el buen acabado y funcionamiento de todas las canalizaciones interiores que se indiquen en Proyecto con todos los recorridos especificados en planos y en su defecto, se atenderá a las normas dictadas por la Dirección Facultativa en cada caso, así como a las instrucciones complementarias del REBT relacionadas con este tipo de instalaciones.

En relación a los recorridos de las diferentes canalizaciones, se señala que los indicados en Proyecto son orientativos y básicos, entendiéndose por lo tanto, que el material contratado responde en dimensionamiento a las necesidades de la obra y a los condicionantes señalados anteriormente.

Todos los materiales y elementos empleados serán los especificados en Proyecto, cumpliendo todos ellos las normas UNE que les correspondan, no admitiéndose cambio sobre los mismos sin previo informe a la Dirección Facultativa que dictaminará la aceptación o rechazo a las variantes propuestas.

Como norma general no se admitirán las canalizaciones formadas únicamente por conductores grapados o suspendidos de techos o paramentos, debiendo ir todas las canalizaciones debidamente entubadas o en canales apropiados según proceda.

Todas las canalizaciones seguirán recorridos rectos y paralelos a las líneas generales del edificio y estarán convenientemente fijadas a los elementos arquitectónicos con elementos resistentes a las condiciones mecánicas y químicas que se puedan presentar. La distancia de fijación será la señalada para cada caso en particular.

En todo el recorrido de la canalización, ya sea horizontal o vertical, no se apreciarán pandeos ni deformaciones.

Todos los elementos serán resistentes al fuego, no siendo propagadores del mismo ni productores de humos tóxicos. En los pasos de forjados o muros se dispondrán placas cortafuegos en aquellos locales o sectores del edificio que así lo requieran según la normativa vigente al respecto.

No se admitirán recorridos comunes dentro de la misma canalización de servicios con tensiones diferentes, debiendo ir éstas separadas físicamente, ya sea mediante tabique aislante apropiado, si la conducción se realiza con canal, o bien con una distancia no inferior a 5 cm., si se realiza con tubo.

Las canalizaciones tanto eléctricas como de servicios especiales, se mantendrán separadas de las conducciones de gases una distancia no inferior a 30 cm. y se atenderán en todo momento a las disposiciones y normas que dicten las empresas productoras y suministradoras de dichos gases.

Entre las canalizaciones de fontanería o calefacción la separación será la suficiente para evitar un calentamiento excesivo de las canalizaciones eléctricas y las chimeneas.

Para las conducciones eléctricas de alta frecuencia, se equipará ésta, bien con cable apantallado o bien con tubo de acero, evitando así la interferencia con redes de baja tensión. Con todo, la distancia mínima será de 20 cm. al igual que para conducciones telefónicas, siempre y cuando no se especifique lo contrario.

La separación con redes de megafonía será de 40 cm. como mínimo para evitar perturbaciones magnéticas producidas. En todos los casos en que no exista una disposición reglamentaria sobre algún tipo de instalación no citada, la distancia a guardar con la canalización eléctrica será la que disponga la Dirección Facultativa.

Los montantes verticales se realizarán con canales cerrados de chapa, o bien con tubos rígidos de acero o de material plástico libre de halógenos (LH), según se especifique en otros documentos de Proyecto. La instalación se hará adosada a las paredes de los patinillos utilizando los soportes adecuados que el fabricante suministre para este fin.

La distancia entre dos soportes del montante, será como máximo de 60 cm. empleándose para la fijación de los mismos tiros spit o tornillo y taco, según el material de las paredes.

Si la canalización es metálica deberán llevar una puesta a tierra en toda su longitud con un punto de conexión en cada tramo.

En canalizaciones de larga longitud se deberán prever los pasos por juntas de dilatación del edificio, así como dilataciones propias, previendo el Contratista por este motivo las disposiciones y elementos adecuados.

Cualquiera que sea el tipo de canalización, no se situarán paralelamente por debajo de conducciones que den lugar a condensaciones, y en el caso de que así fuese se tomarán las debidas medidas de protección contra los efectos que se pudieran derivar.

No se admitirá la conducción de canalizaciones eléctricas y no eléctricas por el mismo canal o hueco en la construcción.

Todas las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente las partes deterioradas.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que queden claramente identificadas en todas sus partes y circuitos, con el fin de proceder con facilidad a las reparaciones y transformaciones que hubiera que hacer, colocándose dicha identificación mediante código de colores a definir por la Dirección Facultativa y la rotulación correspondiente ya sea en cajas de registro o en las propias canalizaciones. Así mismo todos los conductores se dispondrán con sus colores normalizados, manteniéndose éstos en toda la canalización.

2.7.2. Cajas de registro y derivación

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto todas las cajas necesarias para registros o derivaciones, así como todos aquellos elementos y accesorios que se exijan en Proyecto o que sean necesarios para la correcta fijación, acabado y funcionamiento de la instalación.

Las cajas serán del tipo y denominación que se fijan en Proyecto y para cada caso particular, pudiendo admitirse variantes sobre las mismas siempre y cuando sus características técnicas se ajusten a las del tipo prefijado y la Dirección Facultativa acepte y esté conforme con dicho cambio.

Todas las cajas empleadas en la instalación cumplirán con las normas UNE, con lo dispuesto en el REBT y con las especificaciones dictadas por la Dirección Facultativa al respecto.

Las cajas de registro y derivación, así como las de mecanismos estarán construidas con materiales aislantes y anticorrosivos, estando previstas para una tensión de utilización de 750 V. y dispondrán de aberturas, espesores debilitados o entradas troqueladas ciegas de tamaños concéntricos, para que puedan ser practicadas con facilidad al colocarlas y permitir así el acceso de los conductores con sus cubiertas protectoras.

En su interior, cuando proceda, irán alojados bornes de conexión sólidamente fijados que permitan la introducción y fijación de los conductores por tornillos de presión, pudiendo realizarse así las conexiones necesarias, en ningún caso se permitirá la realización de empalmes o derivaciones dentro o fuera de las cajas por medio de simple retorcimiento de los cables. No se permitirá tampoco la conexión de más de cuatro hilos en cada borna.

Las bornas irán numeradas para su fácil identificación y serán del tipo que se especifique en el Proyecto.

Todas las cajas contarán con un cierre hermético formado por tapas desmontables, fijadas según necesidades, bien por tornillos o bien a presión, de tal forma que garanticen la protección mecánica, el aislamiento y la inaccesibilidad a las conexiones interiores, así como su verificación en caso necesario.

Las dimensiones de las cajas serán tales que permitan alojar holgadamente en su interior todos los conductores o elementos indicados en los planos, así mismo estarán en consonancia con el tipo de canalización que reciban, siendo del mismo material y tipo que la misma, salvo especificación en contra indicada en otros documentos de Proyecto.

La unión entre caja y canalización, si esta es tubería flexible o rígida se realizará mediante tuerca y contratuerca y si se requiere estanqueidad total deberá emplearse prensaestopas adecuadas.

Durante la ejecución de las obras, las cajas estarán debidamente protegidas para impedir la penetración de restos de yeso, cemento y otro tipo de suciedades; los conductores se introducirán antes en las cajas. Las conexiones se efectuarán una vez acabado el enlucido.

Si la disposición de las cajas es superficial la fijación a techos y paredes se realizará como mínimo en dos puntos de la caja, mediante tornillos y tacos o tiros spit de acero, para lo cual deberán ir provistas de taladros en el fondo de las mismas. Para conseguir una buena estanqueidad y protección contra la corrosión del punto de anclaje se utilizarán arandelas de nylon en los tornillos y tiros spit.

Las cajas para instalación empotrada en techos o paredes serán de baquelita, con gran resistencia dieléctrica y a los agentes corrosivos, que no ardan ni se deformen con el calor. Deberán ir provistas de una pestaña que contornee la boca de la caja y otros elementos que impidan su salida de la pared, cuando se manipulen una vez empotradas. Estarán provistas de rebajes en toda su superficie lateral para facilitar la entrada de los tubos. Las tapas de las cajas circulares irán roscadas y las de las cajas rectangulares o cuadradas con tornillos.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Así mismo todas las cajas quedarán debidamente identificadas mediante código de colores y rotulación correspondiente a definir por la Dirección Facultativa.

2.7.3. Canalizaciones sobre bandejas metálicas

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto todas las canalizaciones de este tipo que figuren en Proyecto, con los recorridos y características que se indiquen, así mismo se incluirán dentro del suministro y montaje todos aquellos elementos y accesorios necesarios para el buen acabado y funcionamiento de la instalación.

Los materiales serán del tipo y denominación que se fijen en el Proyecto para cada caso particular, no aceptándose cambios o sustituciones sin previo informe y aceptación del cambio por parte de la Dirección Facultativa.

Tanto la bandeja como los accesorios complementarios de la instalación, serán de las mismas características, ajustándose a las normas UNE y DIN que les correspondan así como a todas aquellas especificaciones que figuren en Proyecto o pueda dictar la Dirección Facultativa, en su momento, todo ello de acuerdo con el REBT.

Todos los elementos irán convenientemente protegidos contra la corrosión, siendo el tipo de protección el que se indique en el Proyecto o en su defecto el que dicte la Dirección Facultativa.

Las bandejas irán ranuradas para facilitar la fijación y ordenación de los conductores, éstos irán sujetos mediante abrazaderas adecuadas, tanto en la red horizontal como en la vertical, llevando la señalización necesaria para la identificación del circuito correspondiente.

El trazado de las canalizaciones seguirá siempre que sea posible, líneas paralelas a la edificación, discurriendo por áreas de uso común para un mejor accesibilidad. La fijación de las mismas se realizará mediante soportes adecuados para techo o pared, según los casos, y serán del mismo fabricante que la bandeja, debiendo soportar sobradamente los esfuerzos a que están sometidos debido al peso de los cables y a su propio peso. La distancia entre soportes será la que defina el fabricante mediante sus tablas de características, en ningún caso mayor de 1,5 m. y no tolerándose ningún tipo de pandeo o deformación.

Las derivaciones que parten de la bandeja se realizarán, bien bajo tubería o bien bajo canales según se indique en los documentos del Proyecto, no admitiéndose otro tipo de derivación que el indicado, todo ello con los accesorios correspondientes para su perfecta instalación.

No se admitirá en ningún caso como línea de tierra la envolvente de la bandeja, debiendo llevar cada línea su toma de tierra independiente, formada por conductor eléctrico de la sección adecuada y con colores normalizados, fácilmente identificables en todo momento. Tanto la bandeja como todos sus accesorios metálicos utilizados para el montaje y

acabado deberán estar puestos a tierra en toda su longitud, debiendo tener un punto de conexión en cada tramo independiente.

Únicamente se permitirán empalmes de conductores dentro de cajas dispuestas al efecto en la canalización, debiendo ser estas del mismo material que la canalización y a ser posible del mismo fabricante. Los empalmes se realizarán mediante elementos conectores adecuados que garanticen una unión perfecta entre las dos partes, así como la seguridad de la instalación.

Se tendrá especial cuidado en no situar estas canalizaciones debajo de conductos y tuberías que puedan dar lugar a condensaciones, y en el caso de que así fuese se tomarán las debidas medidas de protección contra los efectos que se pudieran derivar.

En ningún caso, se admitirán servicios eléctricos y no eléctricos circulando por la misma bandeja.

Toda la canalización se dispondrá fácilmente accesible de forma que permita realizar con facilidad los futuros trabajos de mantenimiento. Así mismo quedará identificada en todo su recorrido según instrucciones que en su momento diera la Dirección Facultativa.

La colocación de los cables se dispondrá de tal forma que el aire pueda circular libremente entre ellos, debiéndose prever como espacio de reserva mínimo del 50 % del espacio total de la bandeja.

2.7.4. Canalizaciones sobre bandejas LH (Material plástico)

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto todas las canalizaciones de este tipo que figuren en Proyecto, con los recorridos y características que se indiquen, así mismo se incluirán dentro del suministro y montaje todos aquellos elementos y accesorios necesarios para el buen acabado y funcionamiento de la instalación.

Los materiales serán del tipo y denominación que se fijen en el Proyecto para cada caso particular, no aceptándose cambios o sustituciones sin previo informe y aceptación del cambio por parte de la Dirección Facultativa.

Tanto la bandeja como los accesorios complementarios de instalación serán de las mismas características, ajustándose a las normas UNE y DIN que les correspondan, así como a todas aquellas especificaciones que figuren en Proyecto o pueda dictar la Dirección Facultativa, en su momento, todo ello de acuerdo con el REBT.

Todos los elementos estarán convenientemente dimensionados para evitar los defectos generados por temperaturas altas de funcionamiento de la instalación o por los ataques químicos que se pudieran presentar, siendo el tipo de protección el que se indique en el

Proyecto o en su defecto el que dicte la Dirección Facultativa. Las temperaturas máximas y mínimas de servicio para las que se preverán las bandejas serán de +60 °C y -20 °C respectivamente.

Las bandejas irán ranuradas para facilitar la fijación y ordenación de los conductores, éstos irán sujetos mediante abrazaderas adecuadas, tanto en la red horizontal como en la vertical, llevando la señalización necesaria para la identificación del circuito correspondiente.

El trazado de las canalizaciones seguirá siempre que sea posible, líneas paralelas a la edificación, discurriendo por áreas de uso común para una mejor accesibilidad. La fijación de las mismas se realizará mediante soportes adecuados para techo o pared, según los casos, y serán del mismo fabricante que la bandeja, debiendo soportar sobradamente los esfuerzos a que están sometidos debido al peso de los cables y a su propio peso. La distancia entre soportes será la que defina el fabricante mediante sus tablas de características, en ningún caso mayor de 1,5 m. y no tolerándose ningún tipo de pandeo o deformación.

Las derivaciones que parten de la bandeja se realizarán, bien bajo tubería o bien bajo canales según se indique en los documentos del Proyecto, no admitiéndose otro tipo de derivación que el indicado, todo ello con los accesorios correspondientes para su perfecta instalación.

Todas las líneas deberán llevar un cable de toma de tierra independiente, formado por conductor eléctrico de la sección adecuada y con colores normalizados, fácilmente identificables en todo momento, así mismo todos sus accesorios metálicos utilizados para el montaje y acabado deberán estar puestos a tierra en toda su longitud, debiendo tener los puntos de conexión adecuados.

Únicamente se permitirán empalmes de conductores dentro de cajas dispuestas al efecto en la canalización, debiendo ser éstas del mismo material que la canalización y a ser posible, del mismo fabricante. Los empalmes se realizarán mediante elementos conectadores adecuados que garanticen una unión perfecta entre las dos partes, así como la seguridad de la instalación.

Se tendrá especial cuidado en no situar estas canalizaciones debajo de conductos y tuberías que puedan dar lugar a condensaciones y, en el caso de que así fuese, se tomarán las debidas medidas de protección contra los efectos que se pudieran derivar.

En ningún caso se admitirán servicios eléctricos y no eléctricos circulando por la misma bandeja.

Toda la canalización se dispondrá fácilmente accesible de forma que permita realizar con facilidad los futuros trabajos de mantenimiento.

La colocación de los cables se dispondrá de tal forma que el aire pueda circular libremente entre ellos, debiéndose prever como espacio de reserva mínimo del 50% del espacio total de la bandeja.

Tanto las bandejas como sus accesorios de instalación no serán propagadores del fuego, ni generadores de humos tóxicos, debiendo ser así mismo autoextinguibles.

El material con que se realice la bandeja deberá presentar inactividad suficiente para estar en contacto con los alimentos, así mismo será inocuo para las personas que manipulen o entren en contacto con dichos materiales.

El comportamiento frente a los agentes químicos garantizará la resistencia al ataque de la mayoría de los ácidos diluidos o concentrados, hidróxidos, soluciones salinas, aceites minerales, vegetales y de parafina, alcoholes, hidrocarburos alifáticos y ácidos grasos.

La norma DIN 8061 indica el comportamiento del LH (MATERIAL PLÁSTICO) rígido frente a una serie de productos químicos en función de la concentración y la temperatura, siendo dicha norma exigible para los materiales que nos ocupan.

La resistencia a la intemperie y a condiciones atmosféricas desfavorables será excelente.

Solamente se admitirán para los soportes bien acero inoxidable, bien acero recubierto con pintura epoxi.

El tipo de acero inoxidable utilizado en la fabricación de los soportes corresponderá a las siguientes calidades: Norma AISI 304

Siendo dicho acero resistente a los ataques de la mayoría de los aceites minerales y vegetales, ácidos orgánicos, ácidos minerales débiles, hidróxidos, ácidos grasos, alcoholes, hidrocarburos alifáticos, etc.

El comportamiento del acero recubierto con epoxi utilizado en la fabricación de soportes frente a los agentes químicos, deberá garantizar la resistencia al ataque de la mayoría de los ácidos minerales, hidróxidos, halógenos, soluciones salinas, etc.

Las bandejas estarán provistas de tapa desmontable con la ayuda de un útil.

Las bandejas, con tapa incorporada, poseerán un grado de protección IP XX9, según la norma 20324.

Las bandejas perforadas, con tapa incorporada, poseerán un grado de protección IP 2XX, según la norma UNE 20324, que concuerda con las normas NF C 20010 y CEI 529.

Las bandejas lisas, con tapa incorporada, poseerán un grado IP 4XX, según la norma UNE 20324, que concuerda con la norma CEI 529.

En lo que respecta a las uniones se dispondrá de taladros longitudinales para absorber las dilataciones producidas por cambios de temperatura.

La resistencia mecánica que deberán soportar las bandejas, definida como la carga de cables en kg/m que es posible instalar en la bandeja (por su capacidad), con una distancia entre soportes de 1,5 m, y con una flecha longitudinal inferior al 1%, a 40 C.

2.7.5. Canalizaciones bajo tubería flexible

El Contratista suministrará y montará todos aquellos elementos especificados en Proyecto, ateniéndose a las marcas y tipos allí fijados, no admitiéndose cambios sin previo aviso a la Dirección Facultativa que deberá dar el visto bueno a dicho cambio.

Estas instalaciones se atenderán en todo momento a lo especificado en las instrucciones MI BT 018 y 019 del REBT y a las normas que al respecto dicte la Dirección de obra.

Sólo se admitirán canalizaciones de este tipo en montajes no vistos ya sean empotrados o sobre falsos techos no registrables, debiendo soportar las acciones a que puedan estar sometidos una vez instalados.

En el caso de ir empotrados, las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos sean recubiertos con una capa como mínimo de 1 cm. del revestimiento de las paredes o techos.

Se cuidará de que las curvas sean lo suficientemente amplias para que en las mismas la sección del tubo no pierda su circularidad, ni en su superficie aparezcan grietas ni fisuras.

Si la canalización discurre entre el forjado y el falso techo, no se admitirá otro tipo de fijación que grapas de material aislante, con clavo spit o similar, siendo la distancia máxima entre soportes de 0,5 m., debiendo ir la canalización tomada entre grapas para que no aparezcan combas.

No se permitirá el empleo de estas canalizaciones en paso por el piso, ni en zonas húmedas o con altas temperaturas. Como norma general y salvo especificaciones en contra, cada tubo sólo contendrá un único circuito.

No se admitirán empalmes de tubos entre cajas, debiendo ser su colocación continua. Así mismo la distancia máxima entre cajas no será superior a 15 m. en tramos rectos, quedando estos perfectamente accesibles y registrables.

Las conexiones de conductores se realizarán en las cajas dispuestas al efecto y mediante elementos adecuados que garanticen la perfecta continuidad eléctrica, no permitiéndose el empalme de cables mediante simple retorcimiento, ya sea dentro o fuera de las cajas.

La instalación de los tubos deberá estar perfectamente alineada, siguiendo direcciones horizontales o verticales según las líneas generales del edificio.

Una vez instalados tubos con todos sus accesorios, permitirán la fácil introducción y extracción de los conductores, desechándose la instalación que no cumpla este requisito.

El número de curvas entre dos registros consecutivos no será superior a tres y en cualquier caso la suma de ángulos inferior o igual a 270.

La unión de este tipo de tubos con otros rígidos, en el caso de ser necesaria, se hará por medio de cajas o racores especiales a tal fin, de forma que se garantice la total estanqueidad y aislamiento de la instalación.

Todos los materiales poseerán buenas propiedades dieléctricas, químicas y mecánicas, serán resistentes al fuego y no propagadoras del mismo.

2.7.6. Canalizaciones bajo tubería rígida

Será responsabilidad del Contratista el suministro y montaje de todos los elementos necesarios para el correcto acabado y funcionamiento de la instalación, ateniéndose para ello a lo especificado, tanto en Proyecto como a las órdenes que al respecto dicte la Dirección de obra, así mismo cumplirá en todo momento lo indicado en las instrucciones MI BT 018 y 019 del REBT.

La tubería a emplear será la indicada en Proyecto, pudiendo admitirse variantes siempre y cuando éstas representen igual calidad, estén homologadas por las Compañías Eléctricas y el Ministerio de Industria, y la Dirección Facultativa acepte dicho cambio. De este modo todo el material auxiliar, codos, manguitos de empalme y derivación, etc., que se empleen en las instalaciones de tubería rígida LH (MATERIAL PLÁSTICO) tendrán las mismas

características exigidas para los tubos, cumpliendo todos ellos las normas UNE que les correspondan.

Se empleará tubería rígida LH (MATERIAL PLÁSTICO) en todas aquellas líneas que indiquen en Proyecto, aunque estas vayan empotradas.

El interior del tubo presentará una superficie totalmente pulida y libre de asperezas y sus extremos estarán exentos de rebabas que impliquen algún deterioro en los cables durante su tendido.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados que aseguran la continuidad de la protección a los conductores. Si se utilizan manguitos roscados, las roscas estarán perfectamente terminadas y la unión no se hará empleando estopa, sino sellativo adecuado que asegure la estanqueidad, si se ensamblan en caliente se recubrirá el empalme con cola especial quedando la unión totalmente estanca y sin deformaciones.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones en la sección de los mismos, los radios de curvatura del acodamiento, en el caso de no emplear curvas suministradas por el fabricante, se ajustarán en sus valores mínimos en función del diámetro del tubo a lo exigido al respecto en la MI BT 019.

Cuando la canalización de tubos cruce una junta de dilatación se montarán dispositivos de dilatación, tales como manguitos dilatadores, capaces de absorber dichas dilataciones.

Los tubos cuando penetren en cajas o aparatos irán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos análogos o bien convenientemente mecanizados.

La fijación a techos o paramentos se hará mediante tiros spit o similar, con abrazaderas, siendo la distancia máxima entre abrazaderas de 0,8 m. En ningún caso se permitirá el anclaje mediante tacos de madera o plástico.

Los tubos quedarán perfectamente alineados con las líneas principales del edificio, no debiendo presentar combas ni deformaciones apreciables.

Los empalmes de conductores se realizarán en cajas dispuestas para este fin con elementos conectores adecuados, siendo la distancia máxima entre cajas menor de 15 m. en recorridos rectos, debiéndose garantizar la fácil retirada o introducción de los cables en los tubos después de colocados y fijados estos, con todos sus accesorios. Por este motivo el número de curvas, entre dos registros consecutivos no será superior a tres o en su defecto la suma de los ángulos de las curvas existentes (menos de tres) no será mayor de 270.

La unión entre tubos rígidos y flexibles si fuera necesario se realizará bien en cajas dispuestas al efecto o mediante racores o elementos especiales de conexión que garanticen la total estanqueidad de la instalación en este punto.

Los elementos de fijación se colocarán repartidos a lo largo del tubo, de forma que una fijación se coloque cerca de cada equipo, máquina o caja de registro y el resto entre equipos guardando la distancia fijada anteriormente.

Todos los materiales con que estén fabricados estos tubos poseerán buenas propiedades dieléctricas, químicas y mecánicas, asegurando el grado de protección exigible a la instalación. Así mismo serán resistentes al fuego y no propagadores del mismo, autoextinguibles y no productores de humos tóxicos.

2.7.7. Canalizaciones bajo tubería rígida de acero galvanizado

Será responsabilidad del Contratista el suministro y montaje de todos los elementos necesarios para el correcto acabado y funcionamiento de la instalación, ateniéndose para ello a lo especificado, tanto en Proyecto como a las órdenes que al respecto dicte la Dirección de obra, así mismo cumplirá en todo momento lo indicado en las instrucciones MI BT 018 y 019 del REBT.

La tubería a emplear será la indicada en Proyecto, pudiendo admitirse variantes siempre y cuando éstas representen igual calidad, estén homologadas por las Compañías Eléctricas y el Ministerio de Industria, y la Dirección Facultativa acepte dicho cambio. De este modo todo el material auxiliar, codos, manguitos de empalme y derivación, etc., que se empleen en las instalaciones de tubería rígida de acero tendrán las mismas características exigidas para los tubos, cumpliendo todos ellos las normas UNE que les correspondan.

El interior del tubo presentará una superficie totalmente pulida y libre de asperezas y sus extremos estarán exentos de rebabas que impliquen algún deterioro en los cables durante su tendido.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados que aseguran la continuidad de la protección a los conductores. Si se utilizan manguitos roscados, las roscas estarán perfectamente terminadas y la unión no se hará empleando estopa, sino sellativo adecuado que asegure la estanqueidad, si se ensamblan en caliente se recubrirá el empalme con cola especial quedando la unión totalmente estanca y sin deformaciones.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones en la sección de los mismos, los radios de curvatura del acodamiento, en el caso de no emplear curvas suministradas por el fabricante, se ajustarán en sus valores mínimos en función del diámetro del tubo a lo exigido al respecto en la MI BT 019.

Cuando la canalización de tubos cruce una junta de dilatación se montarán dispositivos de dilatación, tales como manguitos dilatadores, capaces de absorber dichas dilataciones.

Los tubos cuando penetren en cajas o aparatos irán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos análogos o bien convenientemente mecanizados.

La fijación a techos o paramentos se hará mediante tiros spit o similar, con abrazaderas, siendo la distancia máxima entre abrazaderas de 1 m. En ningún caso se permitirá el anclaje mediante tacos de madera o plástico.

Los tubos quedarán perfectamente alineados con las líneas principales del edificio, no debiendo presentar combas ni deformaciones apreciables.

Los empalmes de conductores se realizarán en cajas dispuestas para este fin con elementos conectores adecuados, siendo la distancia máxima entre cajas menor de 15 m. en recorridos rectos, debiéndose garantizar la fácil retirada o introducción de los cables en los tubos después de colocados y fijados estos, con todos sus accesorios. Por este motivo el número de curvas, entre dos registros consecutivos no será superior a tres o en su defecto la suma de los ángulos de las curvas existentes (menos de tres) no será mayor de 270.

La unión entre tubos rígidos y flexibles si fuera necesario se realizará bien en cajas dispuestas al efecto o mediante racores o elementos especiales de conexión que garanticen la total estanqueidad de la instalación en este punto.

Los elementos de fijación se colocarán repartidos a lo largo del tubo, de forma que una fijación se coloque cerca de cada equipo, máquina o caja de registro y el resto entre equipos guardando la distancia fijada anteriormente.

Todos los materiales con que estén fabricados estos tubos poseerán buenas propiedades químicas y mecánicas, asegurando el grado de protección exigible a la instalación. Así mismo serán resistentes al fuego y a las condiciones ambientales de los lugares de montaje

Todos los tubos a emplear serán roscados con tipo de rosca métrica (tubos Pg), salvo indicación en contra por parte de la Dirección Facultativa.

El grado de protección mecánico estará comprendido entre 7 y 9 garantizándose adecuadamente la estanqueidad de las uniones.

La calidad del zinc a emplear en la galvanización estará comprendida entre Zn 98 y Zn 99,995 según UNE 37-301-88.

Los tubos que se coloquen en instalaciones interiores con condiciones ambientales no rigurosas (ausencia de humedad, de gases corrosivos, etc.) podrán ser protegidas mediante galvanizado electrolítico, tanto interior como exteriormente garantizando un espesor mínimo superior a 15 μm .

Los tubos que se coloquen en exteriores y en locales de condiciones ambientales corrosivas y agresivas, o en aquellos puntos que defina la Dirección Facultativa se realizarán con tubos galvanizados por inmersión en caliente, siendo el revestimiento mínimo de 275 gr de Zn por m^2 en ambas caras y con un espesor mínimo de 40 μm .

Todos los mecanizados que se realicen en los tubos estarán protegidos adecuadamente y de forma que el galvanizado final de los mismos sea equivalente al del resto del tubo, con este fin se podrán utilizar pinturas ricas en zinc, debiendo ser esto puesto en conocimiento de la Dirección Facultativa para su verificación y confirmación, o la elección de otro método si se considera conveniente.

2.7.8. Canalizaciones de suelo bajo pavimento

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto las diferentes canalizaciones eléctricas, no sólo con los trazados básicos de los planos, sino con todos aquellos necesarios para el buen funcionamiento, cumpliendo los dictámenes de la Dirección y normativa vigente al respecto.

Todos los canales, cajas de registro y derivación, así como los accesorios complementarios serán de la marca, tipo y características descritos en Proyecto.

Todos los elementos a utilizar en este tipo de instalaciones estarán convenientemente homologados por el Ministerio de Industria y por la CTNE, en el caso de utilizarse para servicios telefónicos, tanto exteriores como interiores. Así mismo cumplirán con los dispuesto en las normas UNE y en el REBT.

En toda la instalación se deberá cuidar al máximo la correcta alineación, tanto de las torretas y cajas como de los canales si estos son vistos, así mismo la nivelación deberá ser la correcta para todos los elementos. Si el tendido se hace con tubos, deberán preverse en aquellos que no vayan a ser utilizados inicialmente, guías de acero para el tendido posterior de cables en futuras ampliaciones.

Toda la instalación, tanto con canales como con tubos deberá ir prevista para alojar los servicios normales de electricidad telefonía, proceso de datos, etc., debiendo ir esos servicios separados físicamente unos de otros. Así mismo las instalaciones irán ampliamente dimensionadas con vistas a absorber las futuras ampliaciones que se realicen.

Todos los elementos de instalación en suelo o bajo pavimento serán resistentes e indeformables a los esfuerzos mecánicos que sobre ellos se puedan desarrollar. Así mismo, contarán con buena resistencia a los productos químicos y a los agentes atmosféricos del local donde se instalen. Poseerán también, buenas propiedades térmicas y eléctricas.

La tubería a emplear será flexible o rígida, según se indique en Proyecto, debiendo ir, en el caso de ser flexible, convenientemente reforzada. No se permitirá en ningún caso el empalme de tubos entre dos cajas consecutivas, debiendo ir estos en tramos continuos de una caja a la siguiente. Tampoco se permitirán empalmes de conductores dentro de las canalizaciones, ya sea tubo o canal, debiéndose realizar estos dentro de las cajas dispuestas al efecto y usando para ello bornas o clemas de conexión adecuadas.

Durante el montaje de canales y cajas, éstas deberán estar cerradas y protegidas para evitar deterioros y entradas de suciedades, tales como restos de cemento, escombros, etc., en las mismas. Los elementos de protección deberán ser lo suficientemente robustos como para soportar el desarrollo de la obra sobre los mismos sin roturas ni deterioros excesivos.

En el caso de contar esta instalación con canales o cajas de material plástico, estos serán resistentes al fuego, no propagadores del mismo y no creadores de humos tóxicos.

En el caso de que parte o partes de la instalación no cumplan con las normas indicadas en los documentos de Proyecto o dictámenes de la Dirección Facultativa, éstas podrán ser rechazadas quedando el Contratista obligado a reformar la instalación en todas las partes afectadas sin cargo alguno.

2.8. Instalaciones de acometida y distribución en exteriores

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto todos aquellos elementos y accesorios que se requieran para el buen funcionamiento de la instalación, debiendo ser todos ellos de las características descritas en los documentos de Proyecto y contando además con la homologación de la Cia. suministradora y UNESA.

Todos los materiales serán de las marcas o características descritas en Proyecto, debiendo atenerse el Contratista a ellas, así como a todas las indicaciones que con este motivo dictase la Dirección Facultativa.

Todos los materiales, así como la ejecución de la instalación, se atenderán en todo momento a las especificaciones de las normas UNE que les correspondan y a las indicaciones dadas por el REBT y sus Instrucciones Complementarias.

Toda la aparamenta y equipos de medida estarán convenientemente protegida contra el ataque de los agentes atmosféricos y ubicados en un cuadro especialmente preparado para este fin, debiendo soportar perfectamente los efectos térmicos, mecánicos, etc., de forma que no envejezca prematuramente y pueda dar lugar a averías o accidentes. Este cuadro no será accesible al interior si no es con su correspondiente llave y por persona especializada.

Todos los conductores empleados serán del tipo sección indicados en los documentos del Proyecto, de tensión de aislamiento de 1000 V y sección mínima para toda las canalizaciones enterradas de 6 mm².

Todos los empalmes, conexiones y derivaciones se realizarán mediante elementos de unión adecuados que garanticen la perfecta continuidad de la instalación. Así mismo deberá quedar asegurada la total estanqueidad contra la humedad y corrosión de dichas conexiones, disponiéndose para ello de cajas o dispositivos adecuados convenientemente ubicados en arquetas de obra civil. Estas serán fácilmente accesibles y estarán colocadas en lugares donde no puedan sufrir deterioros mecánicos.

En el caso de que las conducciones subterráneas existentes no pudieran ser reutilizadas, se dispondrán nuevas canalizaciones formadas por tubos LH (MATERIAL PLÁSTICO) rígido del diámetro adecuado a la sección de los conductores que contengan, siguiendo, siempre que sea posible, recorridos paralelos a las que existan y de forma que se puedan aprovechar las arquetas existentes, en su defecto se seguirán recorridos lo más cortos y directos posible y de forma que se eviten los codos. Así mismo el número de curvas entre dos cajas de registro no será mayor de 3, y la distancia entre arquetas y registros será la suficiente para la fácil reposición y mantenimiento de la instalación en el futuro.

Las canalizaciones así previstas se colocarán en zanjas dispuestas al efecto, que tendrán una profundidad de 0,6 m. en todas las zonas por las que discurra.

Todas las conexiones o entradas de tubos a cuadros se realizarán mediante racores adecuados, de forma que la estanqueidad sea absoluta.

2.9. Mecanismos

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto los mecanismos en el número y calibrado adecuado, necesarios para el correcto mando y funcionamiento de la instalación eléctrica, con la situación y características indicadas en el Proyecto, así como todos los elementos y accesorios que se requieran para la fijación y buen funcionamiento de los mismos.

Los interruptores conmutadores, pulsadores, salidas de hilos para tomas telefónicas, enchufes, etc., a utilizar en el Proyecto, serán de dos tipos diferentes, según se utilicen para montaje empotrado o de superficie.

Para montaje empotrado se emplearán mecanismos en color a definir por la Dirección Facultativa, alojados en cajas empotrables de material plástico. Se dispondrán en el conjunto placas embellecedoras.

Cuando su empleo se destine al montaje saliente, los mecanismos se alojarán en el interior de cajas de chapa de acero o aluminio fundido, pudiendo ser LH (MATERIAL PLÁSTICO) si así juzga conveniente la Dirección Facultativa, provistas con protector de cierre por muelle.

En ambos casos los contactos serán de plata en versión recambiable y las características eléctricas las indicadas en presupuesto.

Todos los mecanismos contarán con buenas propiedades mecánicas, dieléctricas y de resistencia a los agentes químicos y condiciones ambientales adversas.

Tendrán buenas propiedades de resistencia al fuego, siendo autoextinguibles y no propagadores de llama, no debiendo emitir humos tóxicos en proporción peligrosa para las personas.

2.10. Líneas de Tierra de Baja tensión

2.10.1. Generalidades

El Contratista suministrará, montará y pondrá a punto todas las líneas de tierra, en número y distribución que se indiquen en los documentos del Proyecto, así como todos aquellos elementos accesorios y trabajos necesarios para el buen acabado y funcionamiento de dicha instalación, ateniéndose en todo momento al Proyecto, a las instrucciones dictadas por la Dirección Facultativa y a la normativa vigente al respecto.

Todos los elementos y formas de montaje se adaptarán a las siguientes normativas:

- Normas UNE 21022, 21056 y 21057
- Normas NTE-IEP
- Instrucciones ITC BT-018, 028 y 040 del REBT

La instalación de toma de tierra deberá garantizar en todo momento los valores de seguridad necesarios para la protección de personas u objetos existentes en el edificio, quedando el Contratista obligado, en caso de no cumplir las condiciones mínimas de seguridad, a tomar las medidas y disposiciones oportunas para cumplir los requisitos de seguridad, corriendo todo ello a su cargo.

Dentro de la construcción se conectarán a tierra necesariamente todos los elementos metálicos de las estructuras, armaduras de muros, soportes de hormigón, instalaciones de fontanería y saneamiento, gas, aire acondicionado, calefacción, depósitos, calderas, guías de aparatos elevadores, masas y todos los elementos metálicos importantes de la instalación eléctrica en general, antenas, pararrayos y cualquier otro elemento que por la reglamentación vigente, por seguridad o por desprenderse explícita o implícitamente del Proyecto, se comprenda su necesidad de puesta a tierra.

Fuera de la construcción se conectarán a tierra obligatoriamente aquellos elementos tales como columnas de alumbrado, postes, depósitos exteriores, etc., que por un fallo pudieran eventualmente quedar bajo tensión.

La Dirección de obra realizará todas las pruebas que crea oportunas y necesarias para la comprobación de la eficacia de la puesta a tierra, rechazando aquellas partes de la instalación que no se adapten al criterio de calidad y eficacia pedidas en Proyecto.

Dentro de este tipo de comprobaciones se prestará especial atención a la resistencia de puesta a tierra en cada arqueta, no debiendo ser ésta mayor de 10 ohmios para la instalación eléctrica general y menor de 5 ohmios para las redes de tierra de servicios especiales o usos independientes.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua, en la que no se incluirán en serie masas, ni elementos metálicos, cualesquiera que fuesen.

No se admitirán en los circuitos de tierra, elementos intercalados tales como seccionadores, fusibles o interruptores, debiéndose realizar la desconexión en las arquetas de puesta a tierra para medir la resistencia de la toma de tierra.

Si en la instalación existiesen tomas de tierra independientes, los conductores de tierras contarán con un aislamiento apropiado a las tensiones que puedan presentarse entre estos conductores en caso de falta.

Todos los conductores empleados serán de cobre con las secciones indicadas en Proyecto, no admitiéndose secciones inferiores a las que se indiquen en las especificaciones técnicas del Pliego de Condiciones. Estos tendrán un buen contacto eléctrico tanto con el electrodo como con las partes metálicas y masas.

Con este fin las conexiones de los conductores de los circuitos se efectuarán con todo cuidado y exclusivamente con soldadura aluminotérmica, desestimándose la utilización de elementos conectores por simple apriete mecánico, debiendo asegurar de cualquier forma que la superficie de contacto que forma la conexión sea efectiva. No se admitirán en ningún caso soldaduras de bajo punto de fusión.

2.10.2. Red de toma de Tierra

Estará formada por la red perimetral de cimientos, así como por otra serie de conducciones transversales enterradas y el número de picas suficientes para garantizar la resistencia de toma de tierra exigida en Proyecto, quedando el Contratista obligado a instalar todos aquellos elementos necesarios para cumplir con esta condición, así mismo podrá tratar el terreno químicamente con objeto de aumentar la conductividad del mismo.

El Contratista deberá coordinar estos trabajos al inicio de la obra, así como a dejar previstos todos aquellos elementos que forman la red conductora de toma de tierra antes del levantamiento de los cimientos.

En relación con el recorrido de la red de toma de tierra se atenderá al presentado a los planos del Proyecto, pudiendo este variarse por motivos de obra y disposiciones al respecto dictadas por la Dirección Facultativa. De todas formas cualquier cambio deberá ser informado a la Dirección para su estudio y aceptación.

La malla de toma de tierra se realizará ajustándose exactamente a la norma NTE IEP y a las instrucciones ITC BT 17 del REBT y constará como ya se indicó, de una red perimetral cerrada de cobre desnudo recocido, con la sección indicada en Proyecto y no menor de 35 mm², ésta irá hundida a una profundidad de 80 cm. como mínimo, a partir de la última solera transitable, todas las soldaduras serán aluminotérmicas. La eficacia podrá ser aumentada según se indique, bien por conductores iguales y ortogonales unidos a los del anillo, con una distancia no inferior a 4 m. a los del mismo o bien extendiendo el anillo ramificándolo al exterior de la construcción o uniéndolo, si es posible, a redes de tierra de edificios cercanos. Si se precisa aumentar la eficacia, se procederá a la colocación de picas, situadas entre sí a una distancia no menor de 4 m. y a tratar químicamente el terreno.

Las picas serán cilíndricas de acero recubiertas con una capa de cobre de 250 µm de espesor mínimo y con la resistencia mecánica adecuada para que no se doble al enterrarla, la longitud mínima será de 2 m. El diámetro exterior será como mínimo de 17,5 mm. En todas las picas quedarán claramente indicadas la marca y características de las mismas. Todo esto si no se especifica lo contrario en Proyecto.

Las uniones de los cables de descarga con los electrodos de puesta a tierra se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas en las arquetas o registros que se dispongan al efecto con objeto de poder revisar periódicamente estas uniones.

La unión de la malla a cada una de las estructuras metálicas de la armadura o soportes de hormigón, se efectuará mediante cable idéntico al descrito y soldaduras aluminotérmicas, quedando siempre por encima de la solera dicha conexión.

También se deberá unir a la malla de tierra todos aquellos elementos metálicos enterrados en la zona de influencia de la red de tierra.

Los elementos que no formen parte de la continuidad de la construcción, tales como postes metálicos, columnas de luminarias, torretas, depósitos exteriores, etc., se pondrán a tierra por medio de los elementos reglamentarios.

En toda instalación, se especifique o no en Proyecto, se deberá dejar prevista una toma de tierra totalmente independiente a la malla general con objeto de atender a futuros servicios especiales que puedan preverse, ésta toma de tierra se atenderá a las especificaciones generales de este tipo de instalación y a las normas particulares que dicte la Dirección de la obra en el momento de definir estos servicios conjuntamente con las reglamentaciones que procediesen. La resistencia de tierra máxima tolerable de esta toma independiente será de 5 ohmios.

A este respecto, si el edificio objeto de Proyecto, contase con centro de transformación, la toma de tierra de éste será totalmente independiente de la usada para la instalación general de baja tensión, ateniéndose para su montaje a lo que especifique la reglamentación vigente y la Compañía suministradora sobre este punto.

Todos los elementos que constituyan la malla de puesta a tierra serán formados por metales inalterables a la humedad y acciones químicas del terreno, contando además con buenas propiedades de conducción eléctrica. Así mismo todos los materiales empleados cumplirán todas las especificaciones que sobre ellos se den en el presente Proyecto.

2.10.3. Pozos de Tierra

El Contratista será el encargado de prever y construir los pozos de toma de tierra necesarios para esta instalación, en número y situación que se especifique en Proyecto, debiendo estos cumplir con la resistencia máxima que se exija por normativa o por Proyecto. Así mismo deberán estar equipados con todos aquellos elementos y accesorios necesarios para el buen funcionamiento de la toma de tierra.

Serán de 2,5 m. de profundidad y 1 m. de diámetro si el electrodo a emplear es de placa, en el caso de utilizar picas, el diámetro podrá reducirse a 0,6 m.

Se buscará para la colocación del pozo de tierra el punto del terreno que ofrezca la menor resistencia al paso de las corrientes de fugas. Si esto no ofreciese buena conductibilidad se practicarán los pozos necesarios con objeto de reducir la resistencia a los valores fijados, la distancia entre pozos no será inferior a 2 m. y uniéndose a todos ellos los cables de descarga.

En cualquier caso en el supuesto de que no se pudiera ampliar la red de tierra mediante pozos de tierra o tendido de mallas enterradas, se procederá a tratar el terreno químicamente con objeto de conseguir la resistencia de puesta a tierra adecuada. Este

tratamiento químico deberá ser realizado por empresas especializadas en este tipo de actividades.

A 2 m. del eje de simetría del pozo se montará una arqueta metálica de fundición o LH (MATERIAL PLÁSTICO) que unida a un tubo de fibrocemento de 6 cm. de diámetro, con pendiente de 45°, llegará hasta quedar su extremo a 15 cm. de una de las caras del electrodo o picas, y que servirá para el riego periódico del terreno donde están éstos ubicados.

Cuando los pozos coincidan en el interior de edificios o aceras estarán cubiertos en su superficie a nivel del piso, por tapas de hormigón visitables, de tal forma que en caso de reposición del electrodo sólo sea necesario levantar dicha tapa para encontrarse con el terreno que lo cubre.

2.10.4. Líneas principales a Tierra

Estarán formadas por las bajantes que conectan las derivaciones de los conductores de protección con el punto de puesta a tierra, con este fin, el Contratista suministrará y montará todos aquellos elementos necesarios para el buen acabado y funcionamiento de estas líneas, ateniéndose para ello a lo indicado, tanto en planos como en el resto de los documentos que componen el presente Proyecto, así mismo deberá cumplir las normas específicas de este tipo de líneas y las dictadas por la Dirección Facultativa al respecto.

Estas líneas podrán establecerse en las mismas canalizaciones que las líneas repartidores, no pudiendo utilizarse como tales líneas de tierra ni los tubos, ni envolventes metálicos que formen las canalizaciones, a menos que a juicio de la Dirección se indique lo contrario.

Estarán formadas por conductores de cobre, con la sección que se indique en Proyecto y nunca inferior a la que se fije en la Instrucción ITC BT 017 con un mínimo de 16 mm². Los conductores irán desnudos o aislados cuando así se disponga en el Proyecto, debiendo llevar en este último caso el color normalizado para los conductores de protección.

En los lugares en que estas líneas puedan ser accesibles se deberán prever los elementos de protección mecánica adecuados.

No se permitirá en ningún caso la utilización como líneas principales de tierra, de tuberías, conductos, cubiertas metálicas de cables o canalizaciones.

El número de líneas, así como los elementos que las componen serán los especificados en Proyecto, no admitiéndose cambios al respecto sin previo conocimiento y conformidad de la Dirección de obra.

La unión de estas líneas con el electrodo o malla se realizará en arquetas de conexión adecuadas que se atenderán en todo momento a lo especificado por la NTE-IEP.

Las canalizaciones de estas líneas tendrán el diámetro suficiente para permitir la reposición de conductores en cualquier momento, sin necesidad de abrir rozas ni reponer canalización. Para ello se instalarán cajas de registro adecuadas con una separación máxima entre ellas de 10 m.

Como regla general no se permitirán los empalmes y si estos fueran necesarios, se realizarán dentro de las cajas indicadas anteriormente, mediante dispositivos con elementos de apriete que garanticen una continua y perfecta conexión entre los conductores.

El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico.

En la zona próxima a la unión con el electrodo y 3 m. antes de su acceso a la arqueta de conexión, se colocará un registro donde terminará la canalización normalmente empleada en la instalación para utilizar en este último tramo tubo de hierro galvanizado del diámetro especificado en Proyecto.

En el paramento próximo al pozo y coincidiendo con la bajada del cable, se hará una inscripción indicativa de la existencia de la toma de tierra y tipo de instalación a que pertenece. Esta inscripción será clara e indeleble con el tiempo.

2.10.5. Derivaciones

El ámbito de aplicación de esta especificación se refiere a las líneas de unión entre la línea principal de tierra y los conductores de protección, o directamente a las masas de los aparatos receptores, quedando el Contratista obligado a suministrar y montar todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento de la instalación.

El Contratista se atenderá en todo momento a lo especificado en Proyecto, a las normas dictadas por la Dirección y a la reglamentación y normativa existente al respecto, pudiendo rechazar aquellos elementos o parte de la instalación que no las cumpla.

Los conductores serán de cobre con las secciones especificadas en Proyecto y en su defecto los valores mínimos se ajustarán a lo indicado en la Instrucción ITC BT 018 del REBT para conductores de protección. Estas derivaciones podrán establecerse por las mismas canalizaciones que las derivaciones secundarias. Los conductores irán aislados con los colores normalizados de protección.

Estas derivaciones partirán de la vertical a través de un registro donde se realizará la conexión entre ambas, estas conexiones se realizarán mediante bornas, abrazadera o elementos de conexión que garanticen una unión segura y perfecta, debiendo soportar los efectos electrodinámicos y térmicos que se puedan presentar en caso de sobreintensidades. En este aspecto la Dirección Facultativa, no aceptará el uso de soldaduras de bajo punto de fusión.

Los elementos conectores deberán ser del mismo material que el conductor con el fin de evitar pares electroquímicos que aceleren la corrosión.

2.10.6. Conductores de protección

Todo elemento metálico de la instalación contará con bornas para la conexión a los circuitos de puesta a tierra por medio de los conductores de protección que se unirán a la línea principal de tierra. Estos bornes quedarán fijos permanentemente en los aparatos a poner a tierra. La unión de estos conductores de protección a las masas será lo más perfecto posible, teniendo en cuenta efectos mecánicos y térmicos que se puedan presentar.

Los conductores serán de cobre con las secciones que se dispongan en Proyecto o en su defecto las que correspondan por la Instrucción ITC BT 018 del REBT con un mínimo de 2,5 mm². En el caso de ir aisladas, el aislamiento será LH (MATERIAL PLÁSTICO) con los colores normalizados.

No se permitirá usar conductores de protección comunes a instalaciones con diferentes tensiones nominales.

Los conductores de protección de cada circuito podrán ir en las mismas canalizaciones que los conductores activos de esos circuitos, presentando el mismo aislamiento que los otros conductores. Deberán estar convenientemente protegidos contra los deterioros mecánicos o químicos que se puedan presentar, especialmente en paso por muros donde se deberán colocar elementos protectores tales como tubos.

Como norma general no se admitirán los empalmes entre conductores y en caso de que sea imprescindible, se realizarán mediante soldadura o por medio de elementos conectores adecuados. Los recorridos serán lo más cortos posible y sin cambios bruscos de dirección.

El Contratista se atenderá en todo momento a lo dispuesto en el REBT sobre este tipo de instalaciones, así como a las indicaciones o normas que dicte la Dirección Facultativa y otras reglamentaciones especiales referentes a este tema.

2.11. Control de materiales

Al iniciarse la obra se realizará un control de los materiales a utilizar. Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las siguientes condiciones funcionales y de calidad:

- A. Las fijadas en el pliego de Especificaciones Técnicas.
- B. Las indicadas en las correspondientes normas y disposiciones oficiales vigentes, relativas a la fabricación y control industrial (órdenes ministeriales, reglamento del Ministerio de Industria, etc.).
- C. Las marcadas por las normas UNE correspondientes.
- D. Las especificadas en las NTE.
- E. Las indicadas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas interpretativas.

Cuando el material o equipo llegue a la obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, bastará con comprobar sus características aparentes.

El Contratista incluirá en su presupuesto los importes derivados de pruebas y ensayos que sean necesarios efectuar en organismos oficiales. Así mismo la Dirección Técnica estará autorizada a realizar todas las visitas de inspección que estime necesarias a los lugares o parte de la instalación con el fin de comprobar el desarrollo y bondad de los mismos.

Todas las instalaciones deberán ser probadas ante la Dirección Facultativa de la obra, con anterioridad a ser cubiertos por paredes, falsos techos, etc. Por esta razón durante el transcurso de la obra se realizarán varios controles de ejecución, ajustándose a lo indicado en el Pliego de Especificaciones Técnicas y el REBT.

La Dirección Facultativa estará capacitada para realizar los ensayos de rutina de materiales que crea conveniente, en orden a una mayor calidad y seguridad en la instalación.

2.11.1. Ensayos de rutina

Tendrán por objeto comprobar la calidad de los materiales que integran el conjunto de la instalación.

Independientemente de las pruebas que a continuación se describen, la Dirección Facultativa efectuará ensayos similares al resto de materiales de la instalación, a fin de comprobar que cada uno de ellos reunirá las condiciones técnicas adecuadas que se especifican en este pliego de condiciones.

Estas pruebas de rutina serán de tipo estadístico, en las cuales la Dirección Facultativa quedará facultada para rechazar el lote de materiales al que pertenezca la muestra defectuosa.

A continuación resaltamos aquellos que por su mayor interés merecen especificación individual.

2.11.2. Conductores

Se procederá a la prueba de rigidez del aislamiento que habrá de ser tal que resistan durante un minuto una prueba de tensión de dos veces la nominal, más de 1000 V., a frecuencia de 50 Hz.

La prueba de aislamiento se efectuará también de forma que la resistencia de éste sea la equivalente a 1000 ohm. por voltio de tensión de servicio, según lo exigido en el REBT.

2.11.3. Aisladores

Se comprobarán las calidades y características exigidas en su apartado correspondiente del pliego de condiciones, tomándose cinco piezas de cada lote, elegidas al azar donde se verificará si estas piezas reúnen las condiciones que se incluyen en dicho apartado.

2.11.4. Aparatos de medida

Se efectuará la prueba de tiempo de servicio a plena carga no debiendo quedar deteriorado después de estar funcionando dos horas en las condiciones siguientes: Los amperímetros y voltímetros con la corriente o tensión nominal, respectivamente al máximo de la escala.

La influencia de la temperatura y frecuencia se comprobará al aplicar a los aparatos un cambio de 10 °C o del 10 % de la frecuencia, no debiendo pasar la variación de las indicaciones del límite del error que define la clase del aparato.

2.11.5. Lámparas

De cada lote se tomarán cinco lámparas para realizar la prueba de color, rendimiento luminoso y uniformidad de iluminación no admitiéndose a este respecto cualquier lámpara que en su funcionamiento normal produzca fluctuaciones de luz.

Cuando parte o la totalidad de las cinco lámparas sometidas a ensayos no cumplan satisfactoriamente con las pruebas antes citadas, se rechazará el lote de donde fueron extraídas las muestras.

2.11.6. Reactancias

Deberá ofrecerse un protocolo de ensayos realizado por el fabricante en el que se garantice que las características de éstas corresponden a las normas UNE, debiendo incluir todos los datos necesarios que cumplimenten las características de servicio y de arranque a la frecuencia de 50 Hz y la temperatura ambiente de 20 °C.

2.12. Ensayos de montaje y recepción

2.12.1. Generalidades

En el transcurso de los trabajos de instalación y una vez terminados estos, la Dirección Facultativa y la oficina técnica consultora, en presencia del Contratista o su representante autorizado, procederá a los exámenes y ensayos necesarios para comprobar la calidad de los materiales empleados, su correspondencia con lo previsto en Proyecto y la correcta ejecución de ésta. Los ensayos que no se puedan realizar en las condiciones indicadas se encargarán a un laboratorio oficial, cuyo dictamen será inapelable. El Contratista procederá a su cargo al montaje y desmontaje de los aparatos y partes de la instalación que sean indispensables para los ensayos.

Por lo tanto, las pruebas a realizar en la instalación serán de dos tipos:

- Prueba de montaje.
- Prueba de recepción.

Mediante estos ensayos podrán ser rechazados aquellos materiales o partes de la instalación que no cumplan con las Especificaciones Técnicas, estando obligado el Contratista a su reemplazamiento por otros que lo satisfagan.

Los costes de ensayos o pruebas de materiales serán siempre a cargo del Contratista. Así mismo, si se realizasen fuera de la ciudad donde se ejecutan los montajes, será a cargo del Contratista los costes de desplazamiento de la Dirección para inspección de los ensayos.

2.12.2. Pruebas de recepción

Durante la recepción se verificará que la instalación esté totalmente terminada y que todos los elementos estén absolutamente de acuerdo con los documentos de Proyecto, las órdenes de servicio establecidas posteriormente y las condiciones que se fijan en las Instrucciones MI BT que específicamente le correspondan.

Los ensayos y comprobaciones que se realizarán en la instalación serán los siguientes:

- Cumplimiento de las medidas de seguridad contra contactos directos.
- Cumplimiento de las prescripciones de seguridad según el tipo de local que corresponda.
- Existencia de conexiones equipotenciales cuando éstas sean preceptivas.
- Cumplimiento de las medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos.
- Protección contra sobretensiones.

- Aislamiento de la instalación de acuerdo a lo dispuesto en la MI BT 017.
- Existencia de protección adecuada contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores, en función de la intensidad máxima admisible en los mismos y de acuerdo con sus características y condiciones de la instalación.
- Continuidad de los conductores de protección.
- Medida de la resistencia de tierra que deberá presentar los valores adecuados a la medida de seguridad adoptada.
- Perfecta conexión de las masas con los conductores de protección.
- Unión y derivaciones de los conductores en las cajas.
- Comprobación de todos los circuitos que componen la instalación.
- Secciones de los conductores empleados incluido el de protección, así mismo se comprobará la naturaleza y características de éstos.
- Identificación de los conductores "neutro" y de "protección".
- Posibilidad de recambio en los distintos aparatos sin que deje de funcionar la instalación.
- Emplazamiento y fijación de distintos aparatos y cajas.
- Perfecta visibilidad y audición de los aparatos receptores, así como el perfecto funcionamiento de todos los elementos de la instalación.
- Regulación adecuada de los relés de protección de la instalación.
- Regulación de los relés de tiempo de arrancadores automáticos estrella-triángulo.
- Comprobación de los niveles de iluminación.
- Facilidad de retirar e introducir cables en los tubos, cuando se emplee este tipo de instalación.
- Compensación de factor de potencia.
- Pruebas funcionales de circuitos de emergencia.
- Adaptación de los materiales a las normas UNE correspondientes.
- Se comprobará el suministro de planos y esquemas de la instalación por parte del Contratista.

2.12.3. Ensayos de aislamiento y tensión

El aislamiento será comprobado mediante pruebas de tensión y midiendo la resistencia del aislamiento de los conductores entre sí y entre éstos y tierra.

Durante el ensayo, los conductores de la instalación o parte de ella que se compruebe, incluido el neutro, estarán desconectados de su línea de alimentación y si después de esta operación el neutro continúa unido a tierra, será separado de ésta. Los aparatos de

interrupción estarán en la posición de cierre, los cortacircuitos fusibles montados y los aparatos receptores desconectados.

Para ensayar el aislamiento con respecto a tierra, se conectarán todos los conductores entre sí, incluido el neutro. El aislamiento se comprobará después, sucesivamente, entre cada dos conductores de la instalación, incluyendo también el neutro.

- A. Prueba de tensión: El aislamiento de una instalación en su conjunto podrá resistir durante un minuto una tensión prácticamente senoidal, de frecuencia 50 Hz y valor eficaz $1000 + 2U$ voltios con un mínimo de 1500 V., siendo U la tensión nominal de la instalación.
- B. Medida de la resistencia de aislamiento: Se efectuará para el conjunto de la instalación, por trozos de aproximadamente 100 m., separados del resto de la instalación mediante apertura de interruptores o disyuntores o retirada de fusibles.

La resistencia de aislamiento se medirá bajo una tensión continua de 500 V. como mínimo, uniendo el polo positivo de la fuente de energía a tierra cuando la medida se efectúe respecto a esta.

Los valores obtenidos no serán inferiores a $1000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión de servicio en voltios, entre las partes tomadas como base para las medidas en ningún caso el valor medido podrá ser menor que 250.000 ohmios.

2.12.4. Ensayos de protección contra sobrecargas de intensidad

Se comprobará visualmente y como la Dirección Facultativa estime oportuno, que la intensidad de los distintos aparatos no es superior a la intensidad admisible de los conductores de alimentación a los mismos.

2.12.5. Ensayos de resistencia a tierras

Se comprobará que las tierras tengan una resistencia que nunca llegue a los 10 ohmios. Para ello las tierras se realizarán con picas o placas de cobre, según se especifique en este Proyecto, introducidas en lechos formados por una mezcla de carbón, sal y "tierras mejoradas de conductividad".

2.12.6. Eficacia de la protección diferencial

Para comprobar la misma se harán las siguientes maniobras:

1. Conectar el interruptor de prueba, con lo que el diferencial debe disparar.
2. Comprobar que no se ha rebasado la resistencia a tierra máxima admisible.

3. Comprobar que no se rebasa la intensidad diferencial de defecto definida para cada aparato.

El ensayo a realizar para comprobar estas maniobras se hará conectando la masa del aparato a proteger a un conductor de fase por intermedio de una resistencia regulable apropiada. Con la ayuda de un voltímetro de $R=2500\ \Omega$ se mide la tensión entre la masa del aparato y una toma de tierra distante, aproximadamente 15 m. se regula la resistencia de manera que la tensión sea sensiblemente igual a 24 ó 50 V. según corresponda. A partir de este momento una reducción de la resistencia regulable deberá hacer actuar inmediatamente el interruptor

Anexo 4: Presupuesto

Pos.	Unidad de Obra	Unid.	Unitario	Total
7.1	MEDIA TENSION			
7.1.1	CENTRO DE SECCIONAMIENTO			
7.1.1.1	EDIFICIO DE SECCIONAMIENTO	1	1.625,67	1.625,67
7.1.1.2	ENTRADA CGMCOSMOS-L	1	990,45	990,45
7.1.1.3	SALIDA CGMCOSMOS-L	1	990,45	990,45
7.1.1.4	SECCIONAMIENTO COMPAÑIA CGMCOSMOS-L	1	990,45	990,45
7.1.2	CENTRO DE TRANSFORMACION ENTERRADO			
7.1.2.1	CENTRO DE TRANSFORMACION ENTERRADO	1	9.913,88	9.913,88
7.1.2.2	REMONTE A PROTECCION GENERAL: CGMCOSMOS-L	1	671,93	671,93
7.1.2.3	PROTECCION GENERAL: CGMCOSMOS-P	1	1242,92	1242,92
7.1.2.4	PUESTOS MT TRANSFORMADOR: CABLES MT 12/20KV	1	491,95	491,95
7.1.2.5	TRANSFORMADOR SECO 24 KV	1	2.671,95	2.671,95
7.1.2.6	CUADRO BT-B2 TRANSFORMADOR 1: INTERRUPTOR EN CARGA + FUSIBLES	1	553,04	553,04
7.1.2.7	PUNTE BT-B2 TRANSFORMADOR 1: PUESTOS BT-B2 TRANSFORMADOR 1	1	143,54	143,54
7.1.2.8	EQUIPO DE MEDIDA DE ENERGIA	1	393,67	393,67
7.1.3	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA			
7.1.3.1	TIERRAS EXTERIORES			
7.1.3.2	TIERRAS INTERIORES			
7.1.3.2.1	TIERRAS INTERIORES PROT. TRANSF.	1	138,39	138,39
7.1.3.2.2	TIERRAS INTERIORES SERV. TRANSF.	1	115,1	115,1
7.1.4	VARIOS CT			
7.1.4.1	PROTECCION METALICA DEFENSA TRAFIO	1	178,78	178,78
	TOTAL INSTALACIÓN MT			23.946,50
7.2	GRUPO ELECTROGENO	0		13.210,93
7.2.1	GRUPO ELECTRÓGENO	1	11.955,93	11.955,93
7.2.2	DESCARGA Y ELEVACION A CUBIERTA	1	1.255,00	1.255,00
7.3	SAI	0	0	220,66
7.3.1	ACOMETIDA Y P. EN MARCHA DE SAI	1	220,66	220,66
7.4	CUADROS ELECTRICOS	0	0	42.684,24
7.4.1	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION CGBT	1	13.263,86	13.263,86
7.4.2	BATERIA AUTOMATICA DE COMPENSACION ENERGIA REACTIVA	1	1.279,14	1.279,14
7.4.3	CUADRO SECUNDARIO CS GARAJE (R+R/G) SOTANO 2	1	1.138,71	1.138,71
7.4.4	CUADRO SECUNDARIO CS MANTENIMIENTO (R+R/G)	1	1.018,52	1.018,52
7.4.5	CUADRO SECUNDARIO CS S1 (R+R/G)	1	2.285,94	2.285,94

7.4.6	CUADRO SECUNDARIO CS COCINA (R+R/G)	1	2.965,77	2.965,77
7.4.7	CUADRO SECUNDARIO CS PB (R+R/G)	1	1.817,66	1.817,66
7.4.8	CUADRO SECUNDARIO CS P1(F1) (R+R/G)	1	2.219,52	2.219,52
7.4.9	CUADRO SECUNDARIO CS P3(F1) (R+R/G)	1	3.409,23	3.409,23
7.4.10	CUADRO SECUNDARIO CS PA(F2) (R+R/G)	1	1.474,82	1.474,82
7.4.11	CUADRO SECUNDARIO CS PCA (R+R/G)	1	816,58	816,58
7.4.12	CUADRO SECUNDARIO CS ACS SOLAR (R)	1	618,6	618,6
7.4.13	CUADRO SECUNDARIO CS PISCINA (R)	1	568,97	568,97
7.4.14	CUADRO SECUNDARIO CS URB (R)	1	678,09	678,09
7.4.15	CUADRO SECUNDARIO CS RITS (R)	1	318,16	318,16
7.4.16	CUADRO SECUNDARIO CS RITI (R)	1	318,16	318,16
7.4.17	CUADRO SECUNDARIO CS C EXT. F1	1	1.592,40	1.592,40
7.4.18	CUADRO SECUNDARIO CS C EXT. F2	1	2.379,44	2.379,44
7.4.19	CUADRO SECUNDARIO CS CALDERAS (R)	1	2.335,18	2.335,18
7.4.20	CUADRO SECUNDARIO CS SAI (R/G)	1	798,65	798,65
7.4.21	CUADRO SECUNDARIO CS SOTANO 3	1	604,86	604,86
7.4.22	CUADRO DE MANDO ALUMBRADO (CMA)	1	781,99	781,99
7.5	ALUMBRADO	0	0	29.450,50
7.5.1	LUMINARIA PARA TECHOS MODULARES 58 W	207	29,99	6.207,93
7.5.2	LUMINARIA DE SUPERFICIE DE 54 W	15	42,01	630,15
7.5.3	LUMINARIA TECHOS MODULARES 58 W	73	56,72	4.140,92
7.5.4	LUMINARIA DE SUPERFICIE 36W	149	17,1	2.547,90
7.5.5	REGLETA DECORATIVA 14W	11	13,37	147,04
7.5.6	DOWNLIGHT EMPOTRABLE 26W	111	24,07	2.671,27
7.5.7	DOWNLIGHT SUPERFICIE 26W	69	26,83	1.851,07
7.5.8	LUMINARIA TIPO ROSARIO 60 W	16	6,33	101,31
7.5.9	APLIQUE PARED 26 W	59	14,66	865,11
7.5.10	APLIQUE PARED EXTERIORES 26 W	18	13,51	243,1
7.5.11	LUMINARIA PARA LAMPARA INCANDESCENTE	5	6,33	31,66
7.5.12	LUMINARIA INDUSTRIAL IP65	15	99,97	1.499,56
7.5.13	APARATO AUTONOMO EMPOTRABLE	221	21	4.641,00
7.5.14	APARATO AUTONOMO SUPERFICIE EMERGENCIA 8W	111	26,32	2.921,52
7.5.15	PROYECTPR AUTONOMO SUPERFICIE EMERGENCIA 11W	6	158,49	950,94
7.6	ALUMBRADO EXTERIOR	0	0	6.352,84
7.6.1	PROYECTO ASIMETRICO PARA LAMPARA HALOGENUROS METALICOS	12	56,92	682,99
7.6.2	BACULO	3	184,77	554,31
7.6.3	LUMINARIA OPTICA CIRCULAR SIMETRICA 70W	9	205,46	1.849,14
7.6.4	LUMINARIA HUBLOT	4	136,55	546,2
7.6.5	PROYECTOR ASIMETRICO CON BRAZO PARA PARED	4	127,11	508,44

7.6.6	TUBO PVC CORRUGADO MEDIO 50 MM.	780	1,3	1.015,49
7.6.7	CABLE CU 2X6 MM ² 0,6/1 KV RV-K2	920	1,15	1.058,00
7.6.8	TUBO DE ACERO GALVANIZADO M25	30	4,61	138,28
7.7	MECANISMOS	0	0	10.993,43
7.7.1	BALASTO ELECTRONICO REGULABLE PARA LAMPARAS FLUORESCENTES 2X26W	2	15,22	30,44
7.7.2	FOTOCELULA	32	28,33	906,56
7.7.3	CONJUNTO DE CANAL ELECTRIFICADO Y PROYECTORES	2	321,01	642,02
7.7.4	INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE GEWISS SYSTEM WHITE	164	3,74	613,36
7.7.5	INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE ESTANCO GEWISS COMBI SYSTEM IP55	29	4,25	123,25
7.7.6	CONMUTADOR UNIPOLAR SIMPLE EMPOTRAR GEWISS 27 COMBI SYSTEM IP55	30	5,8	174
7.7.7	CONMUTADOR UNIPOLAR SIMPLE ESTANCO GEWISS 27 COMBI SYSTEM IP55	2	4,21	8,42
7.7.8	CONMUTADOR CRUCE 1P EN SUPERFICIE GEWISS 27 COMBI SYSTEM IP55	6	6,55	39,3
7.7.9	PULSADOR TEMPORIZADO GEWISS SYSTEM WHITE 27 COMBI	20	30,52	610,4
7.7.10	CAJA DE SUPERFICIE INCLUYENDO 2 BLANCOS + 2 ROJOS+2 RJ45	43	20,47	880,21
7.7.11	CAJA DE SUPERFICIE INCLUYENDO 2 ROJOS+2 RJ45	3	10,25	30,75
7.7.12	CAJA DE SUPERFICIE INCLUYENDO 1 ROJOS+1 RJ45	15	5,98	89,7
7.7.13	CAJA DE SUELO INCLUYENDO 4 ROJO+2 RJ45	24	35,79	858,96
7.7.14	CAJA DE SUP. INC. 2 BLANCOS + 2 ROJOS+2 RJ45+2 TAPAS CIEGAS	24	34,22	821,28
7.7.15	CAJA DE EMPOTRAR INCLUYENDO 2 BLANCOS + 2 TOMAS CIEGAS PARA TIMB	24	14,77	354,48
7.7.16	ENCHUFE SENCILLO BLANCO	219	3,69	808,11
7.7.17	ENCHUFE SENCILLO BLANCO SUPERFICIE	42	5,8	243,6
7.7.18	BASE DE MANTENIMIENTO	11	38,59	424,49
7.7.19	CAJA EMPOTRABLE CON TAPA TUBO Ø16	13	16,98	220,74
7.7.20	PUNTO DE ACOMETIDA MONOFASICO 2X4+T	38	19,47	739,86
7.7.21	PUNTO DE ACOMETIDA TRIFASICO 4X4+T	94	25,25	2.373,50
7.8	CANALIZACIONES	0	0	12.008,03
7.8.1	CANALIZACIONES ELECTRICIDAD	0	0	12.008,03
7.8.1.1	BANDEJA METALICA VARILLA 100 X 60	232	4,9	1.136,80
7.8.1.2	BANDEJA METALICA VARILLA 300 X 60	228	7,1	1.618,80
7.8.1.3	BANDEJA METALICA PERFORADA 100 X 60	26	4,99	129,74
7.8.1.4	BANDEJA METALICA PERFORADA 200 X 60	225	6,85	1.541,25
7.8.1.5	BANDEJA METALICA PERFORADA 300 X 60	22	8,54	187,88
7.8.1.6	BANDEJA METALICA PERFORADA 400 X 60	59	9,95	587,05

7.8.1.7	BANDEJA METALICA PERFORADA 200 X 60 (VERTICAL)	15	6,45	96,75
7.8.1.8	BANDEJA METALICA PERFORADA 300 X 60 (VERTICAL)	75	8,5	637,5
7.8.1.9	BANDEJA METALICA PERFORADA 400 X 60 (VERTICAL)	23	9,6	220,8
7.8.1.10	BANDEJA METALICA CIEGA GALV. CON TAPA 100 X 60	92	5,4	496,8
7.8.1.11	BANDEJA METALICA CIEGA GALV. CON TAPA 200 X 60	58	9,85	571,22
7.8.1.12	BANDEJA METALICA CIEGA GALV. CON TAPA 300 X 60	134	11,67	1.563,86
7.8.1.13	TUBO ACERO GALVANIZADO 25MM	250	4,64	1.158,95
7.8.1.14	TUBO CORRUGADO LIGERO DE 40 MM.	140	1,13	158,85
7.8.1.15	TUBO CORRUGADO LIGERO DE 16 MM.	140	0,8	111,65
7.8.1.16	CABLE DE CU. DESNUDO DE 35 MM ² . PARA BANDEJAS METALICAS	1.087,00	1,65	1.790,12
7.9	LINEAS DISTRIBUCION A RECEPTORES	0	0	42.427,44
7.9.1	CIRCU. ELEC. CU 2X1,5 + T 750 V, ES07Z1-K	2.954,53	0,45	1.329,54
7.9.2	CIRCU. ELEC. CU 2X2,5 + T 750 V, ES07Z1-K	4.802,20	0,6	2.881,32
7.9.3	CIRCU. ELEC. CU 2X4 + T 750 V, ES07Z1-K	6.777,65	0,87	5.896,56
7.9.4	CIRCU. ELEC. CU 2X1,5 + T 0,6/1 KV RZ1	730,8	0,52	380,02
7.9.5	CIRCU. ELEC. CU 2X2,5 + T 0,6/1 KV RZ1	775,8	0,77	598,57
7.9.6	CIRCU. ELEC. CU 2X4 + T 0,6/1 KV RZ1	1.613,00	0,95	1.532,35
7.9.7	CIRCU. ELEC. CU 2X6 + T 0,6/1 KV RZ1	950	1,5	1.422,84
7.9.8	CIRCU. ELEC. CU 4X2,5 + T 0,6/1 KV RZ1	150	1,18	177
7.9.9	CIRCU. ELEC. CU 4X4 + T 0,6/1 KV RZ1	1.039,00	1,54	1.600,06
7.9.10	CIRCU. ELEC. CU 4X6 + T 0,6/1 KV RZ1	880	2,1	1.848,00
7.9.11	CIRCU. ELEC. CU 4X10 + T 0,6/1 KV RZ1	253	3,4	860,2
7.9.12	CIRCU. ELEC. CU 4X16 + T 0,6/1 KV RZ1	136	5,28	718,65
7.9.13	CIRCU. ELEC. CU 4X25 + T 0,6/1 KV RZ1	175	7,92	1.386,53
7.9.14	CABLE CU SZ1 FLX 2X1,5+T MM ²	95	0,84	80,07
7.9.15	CABLE CU SZ1 FLX 2X4+T MM ²	71	1,56	110,48
7.9.16	CABLE CU SZ1 FLX 2X6+T MM ²	957	2,15	2.060,01
7.9.17	CABLE CU SZ1 FLX 4X4+T MM ²	142	2,48	352,62
7.9.18	CABLE CU SZ1 FLX 4X25+T MM ²	67	9,86	660,3
7.9.19	PUNTO DE LUZ 2X2,5+T EMPOTRADO - NORMAL	512	7,19	3.681,47
7.9.20	PUNTO DE LUZ 2X2,5+T SUPERFICIE - NORMAL	289	12,2	3.525,80
7.9.21	PUNTO DE LUZ 2X1,5 EMPOTRADO - EMERGENCIA	238	6,48	1.541,57
7.9.22	PUNTO DE FUERZA 5X2,5 MM EMP.	11	10,54	115,97
7.9.23	PUNTO DE LUZ 2X1,5+T SUPERFICIE - EMERGENCIA	83	12,67	1.051,53
7.9.24	PUNTO DE FUERZA 3x2.5 mm ² . EMP	454	8,55	3.882,58
7.9.25	PUNTO DE FUERZA 3x2.5 mm ² . SUP	329	14,39	4.733,40

7.10	LINEAS PRINCIPALES	0	0	35.172,94
7.10.1	CIRCU. ELEC. CU 4X6 + T 0,6/1 KV RZ1	750	2,31	1.736,00
7.10.2	CIRCU. ELEC. CU 4X10 + T 0,6/1 KV RZ1	482	3,47	1.671,94
7.10.3	CIRCU. ELEC. CU 4X16 + T 0,6/1 KV RZ1	820	5,28	4.333,03
7.10.4	CIRCU. ELEC. CU 4X25 + T 0,6/1 KV RZ1	195	7,92	1.544,99
7.10.5	CIRCU. ELEC. CU 4X35 + T 0,6/1 KV RZ1	70	10,77	753,85
7.10.6	CIRCU. ELEC. CU 4X50 + T 0,6/1 KV RZ1	60	13,83	829,78
7.10.7	CIRCU. ELEC. CU 4X95 + T 0,6/1 KV RZ1	75	24,94	1.870,21
7.10.8	CIRCU. ELEC. CU 4X120 + T 0,6/1 KV RZ1	95	30,95	2.940,53
7.10.9	CIRCU. ELEC. CU 4X240 + T 0,6/1 KV RZ1	240	56,36	13.525,43
7.10.10	CABLE CU SZ1FLX 4X6+T MM ²	40	3,2	128,12
7.10.11	CABLE CU SZ1FLX 4X10+T MM ² (ACOMETIDA PCI)	25	4,6	115,08
7.10.12	CABLE CU SZ1FLX 4X16+T MM ² (ACOMETIDA EXTR. GARAJE)	80	6,37	509,36
7.10.13	CABLE CU SZ1 4X240+T (ACOMETIDA GE/CGBT)	85	61,35	5.214,61
7.11	RED DE TIERRAS	0	0	1.830,96
7.11.1	ARQUETA DE HORMIGON PARA TIERRAS	6	0	0
7.11.2	CAJA DE TIERRAS QUINTELA PCT-C	3	10,73	32,19
7.11.3	BARRA EQUIPOTENCIAL.	3	6,92	20,77
7.11.4	SOLDADURAS TIPO CADWELD	98	4,38	429,53
7.11.5	PIQUETA ACERO COBRIZADO 2 M. 14'6	18	12,68	228,16
7.11.6	CABLE DE CU. DESNUDO DE 50 MM2.	380	2,82	1.071,75
7.11.7	VIA DE CHISPAS	1	48,56	48,56
7.12	CANALIZACION EXTERIOR	0	0	0
7.12.1	ARQUETA PREFABRICADA MODULAR B125 NORMALIZADA IBERDROLA	2	0	0
7.13	VARIOS	0	0	3.008,71
7.13.1	LEGALIZACION DE LA INSTALACION	1	3.008,71	3.008,71
7.13.2	PREPARACION DE TODA LA DOCUMENTACION	1	0	0
7.13.3	PREPARACION Y REALIZACION DE LA REGULACION Y PRUEBAS	1	0	0
	TOTAL INSTALACIÓN BT			197.360,68
	TOTAL INSTALACIÓN PROYECTO			221.307,18

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de:

DOSCIENTOS VEINTIUN MIL TRESCIENTOS SIETE EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS.

Anexo 5: Planos

1. Planos de Media Tensión

- 5.1 PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- 5.2 PLANO DE MEDIA TENSION
- 5.3 PLANO DE PLANTA Y SECCIONES DE CS Y CT.
- 5.4 PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR Y MEDIDA EN A.T
- 5.5 PLANO DE LA RED DE TIERRAS

2. Planos de Baja Tensión

- 1. Situación y emplazamiento
- 2. Esquemas unifilares
 - 2.1 Esquema de verticales
 - 2.2 Esquemas unifilares C.G.B.T.
 - 2.3 Esquemas unifilares C.S. S1, C.S. MANTENIMIENTO y C.S. GARAJE.
 - 2.4 Esquemas unifilares C.S. COCINA y C.S. S3.
 - 2.5 Esquemas unifilares C.S. PB incluyendo CUADRO DE MANIOBRA DE ALUMBRADO.
 - 2.6 Esquemas unifilares C.S. P1.
 - 2.7 Esquemas unifilares C.S. P3.
 - 2.8 Esquemas unifilares C.S. PA, C.S. PCA Y C.A.F.-SAI.
 - 2.9 Esquemas unifilares C.A.F.-EXT, C.S. FONTANERIA, C.A.F.-RITI, C.A.F.-RITS, C.S P.C.I y C.A.F-BOMBAS PISCINA.
 - 2.10 Esquemas unifilares C.S. CALDERAS, C.S. C-EXT F1 y C.S. C-EXT F2.
- 3 Esquema de puesta a Tierra
- 4 Fuerza
 - 4.1 Fuerza planta sótano 3
 - 4.2 Fuerza planta sótano 2
 - 4.3 Fuerza planta sótano 1
 - 4.4 Fuerza planta baja
 - 4.5 Fuerza planta primera
 - 4.6 Fuerza planta segunda
 - 4.7 Fuerza planta tercera
 - 4.8 Fuerza planta ático
 - 4.9 Fuerza planta casetones
- 5 Alumbrado
 - 5.1 Alumbrado planta sótano 3
 - 5.2 Alumbrado planta sótano 2
 - 5.3 Alumbrado planta sótano 1

- 5.4 Alumbrado planta baja
- 5.5 Alumbrado planta primera
- 5.6 Alumbrado planta segunda
- 5.7 Alumbrado planta tercera
- 5.8 Alumbrado planta ático
- 5.9 Alumbrado planta casetones
- 6 Pararrayos planta cubierta